

SOMMAIRE

LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	i
Liste des tableaux.....	i
Liste des figures	i
Listes des clichés.....	ii
Liste des cartes.....	ii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	iii
GLOSSAIRE	iv
RESUME.....	v
ABSTRACT	v
FAMINTINANA.....	vi
INTRODUCTION	1
1. MATERIELS ET METHODES.....	4
1. 1. Matériels	4
1. 2. Méthodologie	10
2. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	16
2. 1. Des relevés climatiques supérieurs aux moyennes sur 20 ans.....	16
2. 2. Des variétés de légumes avec des capacités d’adaptation diversifiées	17
2. 3. Des quantités de travail importantes	28
3. DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS	31
3. 1. Des conditions de culture contraignant la physiologie des plantes.....	31
3. 2. Le facteur genre : les prises de décisions et leur impact sur la production.....	37
3. 3. Des productivités de travail diversifiées	39
3. 4. Limites de l’expérimentation	40
3. 5. Recommandations et perspectives	41
CONCLUSION	43
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	44
LISTE DES ANNEXES	I
ANNEXES.....	II

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Liste des tableaux

Tableau 1: Les différentes variétés de légumes cultivés	12
Tableau 2: Les caractéristiques du dispositif expérimental de chaque exploitant.....	12
Tableau 3: Les différentes modalités.....	12
Tableau 4: Les doses de poudrette de parc utilisées pour chaque légume	13
Tableau 5: Les composantes du rendement de chaque légume	14
Tableau 6: Calcul du rendement de chaque légume	15
Tableau 7: La productivité du travail de chaque variété de légume	30

Liste des figures

Figure 1: Courbe ombrothermique de Gaussen (1995-2014).....	5
Figure 2: Dispositif expérimental pour un exploitant agricole.....	11
Figure 3: Pluviométrie lors de l'expérimentation comparée à la moyenne sur 20 ans (1995-2014)	16
Figure 4: Températures lors de l'expérimentation comparées aux moyennes sur 20 ans (1995-2014).....	17
Figure 5: Taux de germination de la courgette (A), du haricot (B) et de la tomate (C).....	18
Figure 6: Evolution de la hauteur du pe-tsaï.....	19
Figure 7: Evolution du nombre de feuilles du pe-tsaï	19
Figure 8: Evolution de la longueur de la tige principale de la courgette.....	19
Figure 9: Evolution du nombre de feuilles de la courgette.....	19
Figure 10: Evolution de la hauteur du haricot	20
Figure 11: Evolution du nombre de feuilles du haricot	20
Figure 12: Evolution de la hauteur de la tomate.....	21
Figure 13: Evolution du nombre de feuilles de la tomate.....	21
Figure 14: Dates de floraison de la courgette (D), du haricot (E) et de la tomate (F).....	22
Figure 15: Taux de fructification de la courgette (G), du haricot (H) et de la tomate (I).....	23
Figure 16: Diamètre du fruit de la courgette	24
Figure 17: Longueur du fruit de la courgette.....	24
Figure 18: Diamètre du fruit de la tomate	25
Figure 19: Longueur du fruit de la tomate	25
Figure 20: Poids du fruit de la courgette	25
Figure 21: Composantes du rendement du haricot	26
Figure 22: Poids du fruit de la tomate	27
Figure 23: Quantité de travail par exploitant agricole	28
Figure 24: Quantité de travail pour chaque légume	29

Listes des clichés

Cliché 1: Pe-tsaï <i>Chanvre vert</i>	7
Cliché 2: Courgette <i>Vanga fotsy</i>	8
Cliché 3: Courgette <i>Non coureuse d'Italie</i>	8
Cliché 4: Haricot <i>Ran'omby</i>	8
Cliché 5: Haricot <i>FOFIFA Vangamena</i>	8
Cliché 6: Tomate <i>Kadà</i>	9
Cliché 7: Tomate <i>Lavalava</i>	9
Cliché 8: Thermomètre	9
Cliché 9: Pluviomètre à lecture directe	9
Cliché 10: Balance électronique	9
Cliché 11: Mètre-ruban	9

Liste des cartes

Carte 1: Localisation de la zone d'étude	4
--	---

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

AFD	: Agence Française de Développement
AT2D	: Agriculture Tropicale et Développement Durable
ANSES	: Agence Nationale de Sécurité Sanitaire
BNDA	: Banque Nationale de Développement Agricole
ESSA	: Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques
FAO	: Food and Agriculture Organization
FC	: Femme Célibataire
FM	: Femme Mariée
FRAB	: Fédération de Régionale des Agrobiologistes de Bretagne
FOFIFA	: FOibem-pirenena Fikarohana ampiharina amin'ny Fampanandrosoana ny eny Ambanivohitra
GAB	: Groupement des Agriculteurs Biologiques de Bretagne
GIZ	: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
Hj	: Homme-jour
HM	: Homme Marié
InPACT	: Initiatives Pour une Agriculture Citoyenne et Territoriale
KILM	: Key Indicators of the Labour Markets
NutriHAF	: Nutrition, Horticulture et Agro-Foresterie
PAM	: Programme Alimentaire Mondial
PB	: Produit Brut
PROTA	: Plant Resources Of Tropical Africa
VPEI	: Vice-Président chargé de l'Economie et de l'Industrie
WHH	: Welt Hunger Hilfe

GLOSSAIRE

Insécurité alimentaire : il prend place lorsque l'une/plusieurs des quatre dimensions principales de la sécurité alimentaire n'est/ne sont pas satisfaite(s) à savoir la disponibilité physique des aliments, l'accès aux aliments, l'utilisation des aliments et la stabilité de ces trois dimensions dans le temps (FAO, 2008). Elle fait référence à l'accès aux aliments mais en quantité et qualité insuffisantes (FAO, 2016).

Insécurité alimentaire sévère : c'est la forme d'insécurité alimentaire avec la plus forte intensité (FAO, 2001). Elle fait référence au non-accès aux aliments conduisant aux sauts de repas (FAO, 2016).

Calcium: associé au phosphore, il constitue une substance dure qui donne sa rigidité au squelette. Il provient principalement des aliments ingérés (lait et produits laitiers, poissons). La vitamine D est indispensable à sa bonne assimilation. Sa carence peut provoquer le rachitisme chez l'enfant (Latham, 1979).

Fer: il se trouve dans le sang sous forme d'hémoglobine servant au transport de l'oxygène et du dioxyde de carbone dans l'organisme. Il est présent dans les feuilles vertes, les légumes et les fruits, les poissons, viandes et abats. En cas de carence en Fer, la quantité d'hémoglobine diminue et le sujet s'anémie (Latham, 1979).

Vitamine A ou rétinol : le foie est le principal organe de réserve de vitamine A chez l'homme et d'autres vertébrés, d'où sa haute teneur dans les huiles de foie de poisson. Beaucoup de plantes comestibles en contiennent, principalement les légumes feuilles de couleur verte foncée, les fruits de couleur orange (pigment : carotène) et la tomate. C'est un composant majeur du pigment de la rétine et si elle vient à manquer, l'acuité visuelle est diminuée quand la luminosité est faible (Latham, 1979).

Vitamine B9 ou acide folique : il a un rôle dans la production du matériel génétique, la formation de globules rouges, le fonctionnement du système nerveux et immunitaire. Les aliments les plus riches en Vitamine B9 sont les foies, le jaune d'œuf, les fruits et la tomate. Les signes de carence se manifestent par l'anémie, les troubles digestifs et les atteintes des muqueuses (ANSES, 2016).

Vitamine C ou acide ascorbique : Elle est apportée par les fruits (goyave, papaye, mangue, agrumes), les légumes (tomate, carotte) et feuilles variées (amaranthe, chou). La vitamine C joue un rôle de ciment cellulaire d'où la mauvaise cicatrisation et la lenteur de guérison des blessures chez les personnes en manquant (Latham, 1979).

RESUME

Malgré un potentiel agricole élevé, Madagascar doit toujours faire face à l'insécurité alimentaire, surtout dans la Région Atsimo Atsinanana. Afin d'améliorer l'alimentation de la population, une expérimentation a été menée dans le Fokontany de Karimbelo dans le cadre du projet NutriHAF pour étudier la capacité d'adaptation des cultures maraîchères, avec des variétés de légumes localement utilisées et introduites, en considérant l'approche genre et selon une approche participative. La variété de pe-tsaï *Chanvre vert* a permis une récolte pour les trois exploitants agricoles concernés par l'expérimentation, ce qui n'est pas le cas pour la variété *Victory FI* pour laquelle les graines n'ont pas germé. Les variétés de haricot *Ran'omby* et *FOFIFA Vangamena*, la courgette *Vanga fotsy* ainsi que la tomate *Kadà* sont adaptées aux conditions du milieu, contrairement à la courgette *Non coureuse d'Italie* présentant des problèmes à la fructification et la tomate *Lavalava* plus sensible aux maladies. L'homme marié, la femme célibataire et la femme mariée mobilisent des quantités de travail différentes pour les cultures maraîchères étant donné que les tâches agricoles ou non qui incombent chacun sont variables. Les légumes améliorent non seulement les régimes alimentaires des ménages mais la vente du surplus de production peut également constituer une source de revenu. Un bon choix de variétés à cultiver, des entretiens de cultures appropriés et des connaissances adéquates en termes de conduites culturales pour les exploitants agricoles permettent la réussite et le développement des cultures maraîchères dans le Fokontany de Karimbelo.

Mots-clés : adaptation, approche genre, légumes, insécurité alimentaire, productivité.

ABSTRACT

In spite of a high agricultural potential, Madagascar still has to face up to food insecurity, especially in the Atsimo Atsinanana Region. To improve the people's diet, an experiment has been led in the Fokontany of Karimbelo as part of the project NutriHAF in order to make a study about the adaptability of the gardening crops, with local and new varieties of vegetables, by considering the gender approach and according to a participative approach. The variety of chinese cabbage *Chanvre vert* has permitted some harvests for all of the three farmers concerned by the experiment, that is not the case for the variety *Victory FI* for which the seeds did not germinate. The varieties of bean *Ran'omby* and *FOFIFA Vangamena*, the zucchini *Vanga fotsy* and the tomato *Kadà* were adapted to the area conditions, contrary to the zucchini *Non coureuse d'Italie* showing some difficulties to fructify and the tomato *Lavalava* that is more sensitive towards plant illnesses. The married man, the single woman and the married woman mobilize different amounts of work for the gardening crops because the agricultural and non-agricultural tasks that each one is responsible of are varying. The vegetables improve not only the diets of the families but its sale can also represent a source of income. A good choice of the variety to grow,

appropriate maintenance and suitable knowledge for the farmers permit the success and the development of the gardening crops at the Fokontany of Karimbelo.

Keywords: adaptation, food insecurity, gender approach, productivity, vegetables.

FAMINTINANA

Na dia manana tombontsom-pambolena maro aza, dia mbola mihatrika tsy fanjarian-tsakafo foana ihany i Madagasikara, indrindra ny ao amin'ny Faritra Atsimo Atsinanana. Mba hanatsarana ny sakafon'ny mponina, dia nisy fanandramana anatin'ny tetik'asa NutriHAF natao teo anivon'ny Fokontany Karimbelo mba andalinana ny fahafahan'ny voly legioma maniry, na ireo karazana legioma efa misy any an-toerana na ireo vaovao, miaraka amin'ny fandinihana ny mira lenta sy manaraka ny fomba fampandraisana anjara azy ireo mandritra ireo dingana rehetra. Ny karazana pe-tsai *Chanvre vert* dia nahazoana vokatra ho an'ireo karazan-tantsaha mpamokatra telo noraisina tamin'ny fanandramana, tsy tahaka izay anefa ny karazany *Victory F1* izay tsy nitsiry ny voany. Ireo karazana tsaramaso *Ran'omby* sy *FOFIFA Vangamena*, ny korizety *Vanga fotsy* ary ny voatabia *Kadà* dia nisahaza tamin'ny toetr'andro tany an-toerana, tsy toy ny korizety *Non coureuse d'Italie* izay nanana olana teo amin'ny fanomezana voa ; sy ny voatabia *Lavalava* izay mora tratran'ny aretina. Samy hafa ny haben'ny asa ataon'ny lehilahy manambady, ny vehivavy tsy manambady sy ny vehivavy manambady ho an'ny voly legioma satria tsy mitovy ihany koa ny asa amin'ny fambolena na ankoatra ny fambolena izay sahanin'ny tsirairay avy. Tsy manatsara fotsiny ihany ny sakafon'ny isan-tokantrano ny legioma fa ny famarotana ny ambim-bavan'ireo vokatra dia azo atao fidiram-bola. Ny fifidianana ny karazana legioma hovolena, ny fikarakarana mifanaraka amin'ny voly sy ny fahalalana sahaza ho an'ireo tantsaha mpamokatra no ahazoana antoka ny fahombiazana sy firoboroboan'ny voly legioma ao amin'ny Fokontany Karimbelo.

Teny fototra: fahavokarana, fampisahaza, legioma, mira lenta, tsy fanjarian-tsakafo.

INTRODUCTION

Une haute potentialité géographique permet à des pays tropicaux d'être de grands pays d'agriculture favorable pour une large gamme de production agricole. Pour le cas de Madagascar, la plupart des produits agricoles sont destinés tout d'abord à la consommation des ménages constituant la demande locale, ensuite à l'exportation de produits à l'état plus ou moins transformés (Andriamiharisoa, 2017). Toutes les régions de l'Île présentent des potentialités propres, mais la Région Atsimo Atsinanana attire particulièrement l'attention en étant favorable aux cultures vivrières, de rente, industrielles et maraîchères (VPEI¹, 2010).

Malgré le potentiel du secteur agricole, la population malgache n'arrive pas à subvenir à ses besoins alimentaires (Andriamiharisoa, 2017). La Région Atsimo Atsinanana figure parmi les plus vulnérables vis-à-vis de l'insécurité alimentaire à Madagascar (Tolojanahary, 2017). Le Programme Alimentaire Mondial (PAM) rapporte en 2007 que 48% des ménages du Sud-Est littoral sont en situation d'insécurité alimentaire², et 5% en situation d'insécurité alimentaire sévère³. Le Fokontany de Karimbelo fait partie de cette zone précaire, et figure parmi les sites où le Welt Hunger Hilfe (WHH) en collaboration avec le Département des Recherches Agronomiques du FOFIFA (FOibem-pirenena Fikarohana ampiharana amin'ny Fampandrosoana ny eny Ambanivohitra) œuvrent dans l'amélioration de l'alimentation de la population locale via le projet « NutriHAF »⁴.

Si l'on se réfère aux cultures du riz, cette zone présente deux périodes de soudure dans l'année que l'on peut définir comme la période entre l'épuisement des stocks de riz et la nouvelle récolte. L'une, d'octobre à décembre, a lieu avant la récolte du riz d'inter-saison, le *Vary Hosy*. L'autre période de soudure, de mars à mai, se situe avant la récolte du riz de saison, dit *Vary Vatomandry*. Cette période est la plus difficile pour la plupart des exploitants agricoles, seuls le fruit à pain et le jaque font office de féculents dans les régimes alimentaires (Guegan et al., 2009).

La structure de l'apport en calories de la population locale se caractérise par 83% d'origine glucidique, 5% d'origine lipidique et 12% d'origine protidique. Cette distribution accuse un important déséquilibre au regard de la norme qui fixe l'énergie glucidique de 50 à 60%, lipidique de 28 à 38% et protidique de 15 à 30% (Ravelombola, 2016). La population présente des carences en micronutriments (Vitamine A, Vitamine B9, et Vitamine C, Calcium et Fer) s'expliquant par la faible consommation des aliments riches en ces éléments. Certes, la population locale consomme des fruits tels que la banane (*Musa sp.*, MUSACEAE), le litchi

¹ Vice-Primate chargé de l'Economie et de l'Industrie

² Consommation d'aliments en quantité et en qualité restreintes

³ Forme d'insécurité alimentaire avec la plus forte intensité faisant référence au nonaccès aux aliments

⁴ Nutrition, Horticulture et Agro-Foresterie, projet financé par le Ministère Allemand de l'Alimentation et de l'Agriculture

(*Litchi chinensis* ou *Litchi sinensis*, SAPINDACEAE), le « vontaky » (*Strychnos spinosa*, LOGANIACEAE) et la goyave (*Psidium guajava*, MYRTACEAE) mais ceci reste irrégulier et dépendant des saisons.

Les produits maraîchers contiennent des nutriments cependant, la notion de genre doit être prise en compte étant donné que leur production est encore régie par le facteur genre (Tojonirina Tanjona, 2017). L'homme joue un rôle important dans l'amélioration de la vie familiale et dans le développement en général. Il est habituellement le chef de famille et est le premier responsable au niveau du ménage. Il y a cependant des femmes chefs de ménage qui jouent les mêmes rôles. Les ménages dirigés par des femmes fonctionnent bien mais certaines difficultés existent et sont souvent liées à des problèmes de l'environnement, aux us et coutumes de la région (Ramilisoa, 2006).

Des études sur les cultures maraîchères au niveau du Fokontany de Karimbelo ont été réalisées suivant différents terroirs mais les cultures sous ombre ont été détruites par les animaux d'élevage et celles à ciel ouvert n'ont pas abouti à des résultats concluants à cause de l'exceptionnelle sécheresse de l'année considérée pour ces travaux. Ainsi, une expérimentation visant la diversification des cultures maraîchères dans la zone a été menée. La problématique est de savoir : « Comment les différentes espèces et variétés de légumes considérées s'adaptent-elles dans le Fokontany de Karimbelo ? ».

Le principal objectif de l'étude est d'analyser la capacité d'adaptation des cultures maraîchères. Les objectifs spécifiques sont de :

- déterminer les différents degrés d'adaptation des cultures maraîchères (pe-tsaï, courgette, haricot et tomate) ainsi que ceux des variétés localement utilisées et introduites (pe-tsaï *Chanvre vert* et *Victory F1*; courgette *Vanga fotsy* et *Non coureuse d'Italie*; haricot *Ran'omby* et *FOFIFA Vangamena* et tomate *Kadà* et *Lavalava*);
- étudier l'impact du facteur genre sur la production;
- analyser la rentabilité des variétés de légumes étudiés.

La présente étude repose sur trois hypothèses selon lesquelles :

- Hypothèse 1 : Les variétés sont susceptibles d'influencer la capacité d'adaptation des légumes. Selon Bouharmont (1994), la rusticité, la résistance aux ennemis de culture et la production diffèrent suivant les variétés.
- Hypothèse 2 : Le facteur genre influe sur la production, car selon la FAO (2013), les hommes et les femmes ont des perspectives et des connaissances différentes sur l'agriculture compte tenu de leurs rôles respectifs, de leurs tâches, de leurs responsabilités et de la répartition du travail.

- Hypothèse 3 : La productivité du travail d'une variété de légume peut déterminer sa rentabilité, en considérant que la culture des légumes en général exige une quantité de travail importante (BNDA⁵, 2015).

Le présent document présente en premier lieu les matériels et méthodes, suivis des résultats obtenus lors de l'expérimentation et enfin, la discussion ainsi que les recommandations.

⁵ Banque Nationale de Développement Agricole (BNDA) du Mali, créé en 1981 comme instrument de financement du secteur agricole de ce pays.

1. MATERIELS ET METHODES

Cette partie traite les matériels et méthodologies adoptés pour l'expérimentation.

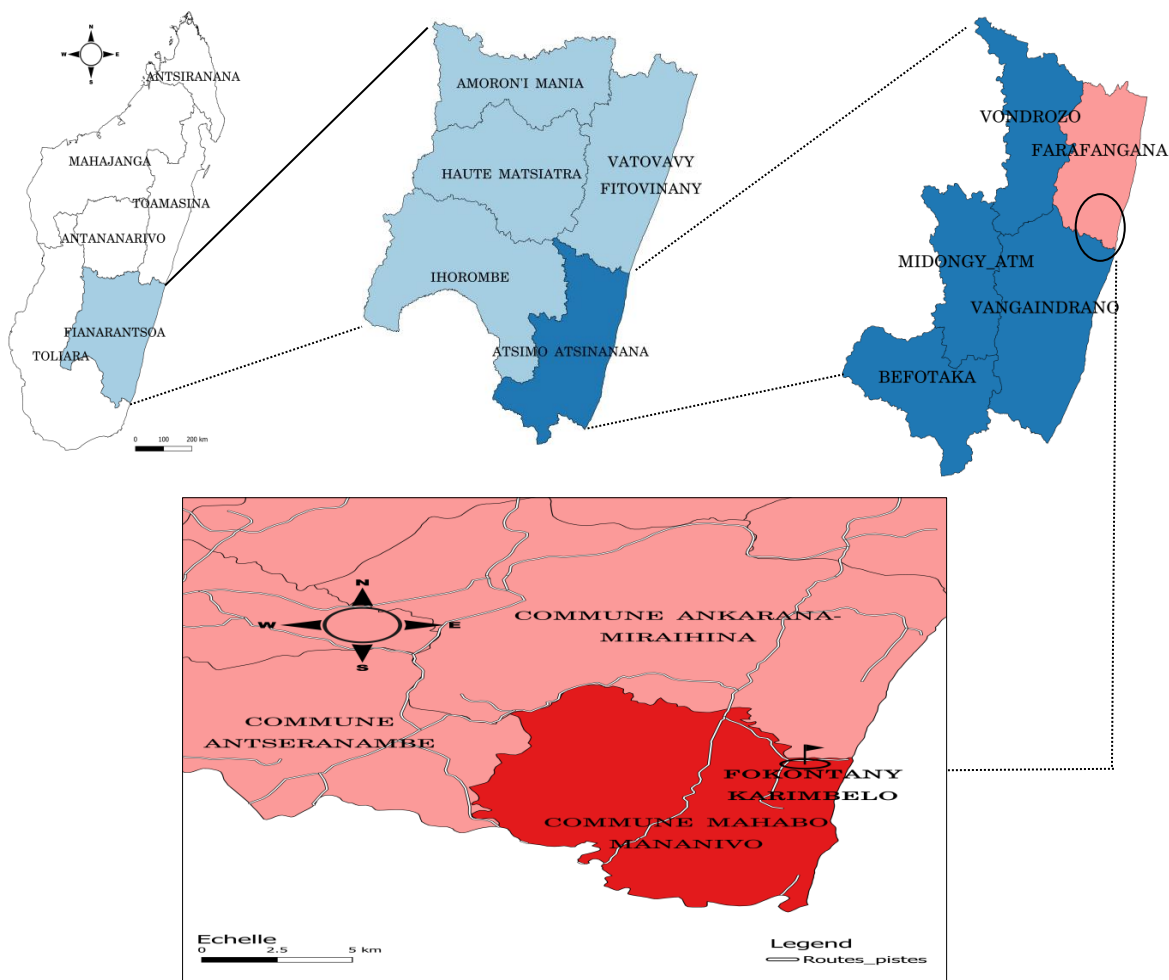
1.1. Matériels

Les matériels concernent la présentation de la zone d'étude ainsi que le matériel végétal et les matériels utilisés pour la collecte des données.

1.1.1. Une brève présentation de la zone d'étude

1.1.1.1. Délimitation de la zone d'étude

Le Fokontany de Karimbelo figure parmi les zones d'intervention du WHH avec le projet NutriHAF. Il fait partie de la Commune rurale de Mahabo Mananivo, District de Farafangana, Région Atsimo Atsinanana. Le Fokontany est limité au Nord par la rivière Menantsimba et la Réserve Spéciale de Manombo, à l'Est par l'Océan Indien, au Sud par la réserve d'Agnalazaha et à l'Ouest par le Fokontany de Lohagisy. Le Fokontany de Karimbelo se situe entre les latitudes Sud 23°07' et 23° 09' et les longitudes Est 47°43' et 47°45'.



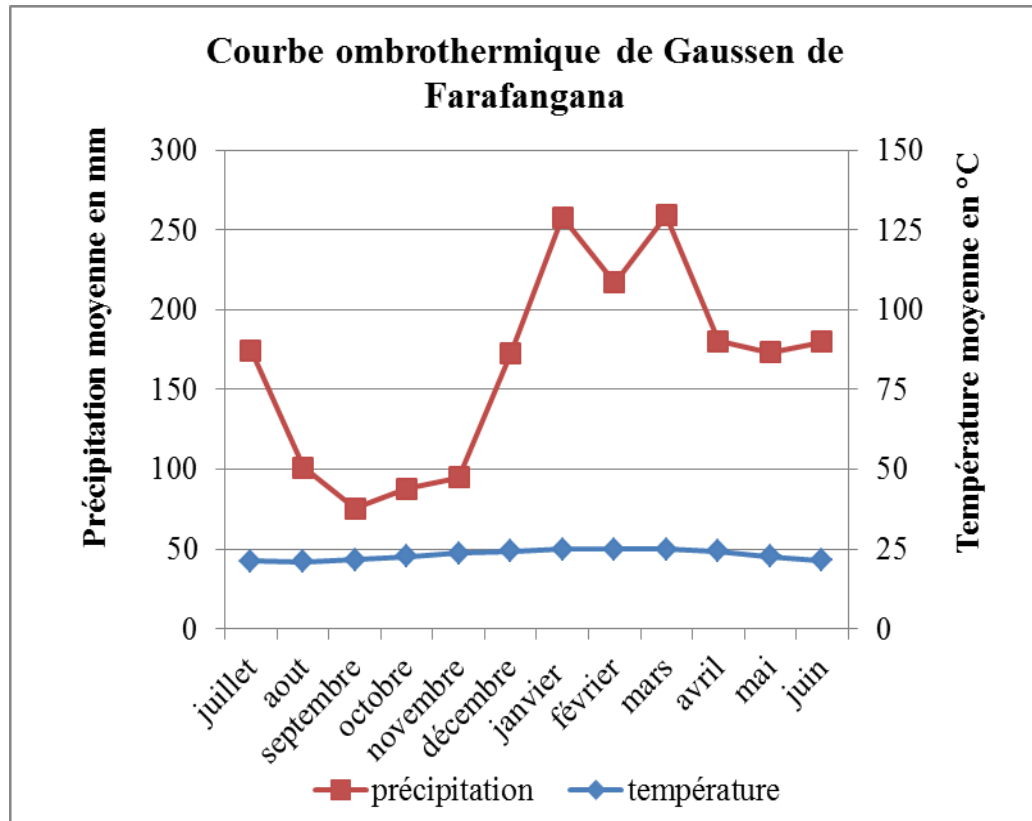
Source : FTM, 2010.

Carte 1: Localisation de la zone d'étude

1. 1. 1. 2. Un climat tropical chaud et humide

La Région Atsimo Atsinanana est dotée d'un climat chaud et humide (FAO et PAM, 2013). La région est fréquemment touchée par les cyclones et autres cataclysmes naturels.

La figure 1 représente la courbe ombrothermique de Gaussen de Farafangana de 1995 à 2014 :



Source : Station météorologique de Farafangana

Figure 1: Courbe ombrothermique de Gaussen (1995-2014)

La zone présente un climat tropical humide (été chaud et humide ; hiver doux et moins pluvieux) avec deux périodes distinctes : une période perhumide ($P > 2T$ et $P > 100$ mm par mois) qui s'étend de décembre à juillet ; et une période humide ($P > 2T$ et $P < 100$ mm par mois) d'août à novembre. Le maximum de précipitations est observé au mois de mars avec une moyenne mensuelle de 321,54 mm tandis que le minimum est en septembre avec une moyenne mensuelle de 69,68 mm. L'abondance des pluies et les pics observés entre le mois de janvier et mars correspondent aux périodes cycloniques. La température maximale se situe au mois de mars avec une valeur de 24,81°C et la température minimale se situe au mois d'août avec une valeur de 21,13°C.

1. 1. 1. 3. Un relief caractérisé par des collines

La zone d'étude présente d'Ouest en Est des successions de collines puis de larges terrasses à pente douce raccordées à des bas-fonds plats larges ou à la plaine côtière (Ravelombola, 2016).

Les collines de moyenne altitude sont occupées par des savanes. Les pentes, en particulier celles aménagées, présentent des végétations spontanées constituées principalement de fougères et de « tavolo⁶ » (*Tacca leontopetaloides*). Les bas-fonds et les bords des fleuves sont généralement colonisés par des peuplements de banane aquatique. Un vestige de forêt secondaire constitué d'arbre du voyageur limite la zone à l'Ouest et à l'Est longeant le bord de la mer (Ranaivoson, 2016).

1. 1. 2. Le matériel végétal utilisé pour l'expérimentation

Les légumes pris en compte dans le cadre de cette étude répondent à la fois aux attentes de la population locale ainsi qu'à celles du projet NutriHAF qui visent à améliorer l'alimentation via la diversification des cultures.

Les études antérieures consistaient à comprendre les relations entre systèmes de production et habitudes alimentaires de la population pour améliorer l'horticulture dans la zone en tenant compte des cultures les plus pratiquées et les plus demandées localement. Les résultats ont ressorti huit (08) principales spéculations : le pe-tsaï, la brède moutarde, le haricot, la courgette, la citrouille, la chouchoute, l'aubergine et l'aubergine africaine.

Autres critères de choix, ces cultures présentent en même temps des valeurs nutritionnelles considérables ainsi que des cycles courts ; elles peuvent se pratiquer toute l'année et sont ainsi intéressantes afin de diversifier les régimes alimentaires de la population, et subvenir à leurs besoins surtout durant les périodes de soudure ou *sakave*.

Compte tenu de tous ces critères, trois spéculations sont retenues pour la présente étude : le pe-tsaï, la courgette et le haricot.

Cependant, les précédentes recherches menées sur la chaîne de valeur au niveau de la zone d'étude ont montré que la tomate y tient également une place importante. Elle figure parmi les légumes les plus appréciés tant par les producteurs et commerçants que par les consommateurs (Tolojanahary, 2017) d'où son adoption comme quatrième spéculation.

Pour chaque légume, deux variétés ont été considérées. Certaines variétés sont déjà localement utilisées, d'autres sont introduites, pour pouvoir comparer leurs potentiels et leurs adaptabilités dans la zone d'étude et en déduire la/les variété(s) à la fois productive(s) et adaptée(s) au niveau du Fokontany de Karimbelo.

⁶ C'est une plante vivace qui produit un tubercule à pelure jaune pâle et à chair blanche. Ce tubercule est une source importante d'amidon (Alfa Mananirina, 2010).

1. 1. 2. 1. *Pe-tsaï* (*Brassica rapa*, BRASSICACEAE)

Le pe-tsaï appartient à la Famille des BRASSICACEAE. C'est une plante herbacée, à germination épigée⁷, et cultivée pour ses feuilles consommées comme légumes (PROTA⁸, 2018).

Par ailleurs, 100 g de pe-tsaï frais apportent 71 µg de Vitamine A (Rétinol), 27 mg de Vitamine C (Acide ascorbique), 79 µg de Vitamine B9 (Acide folique), 0,31 mg de Fer et 77 mg de Calcium (FAO, 2011a ; Ciquel 2017).

Les deux variétés utilisées sont le *Chanvre vert* et *Victory F1* à pomme serrée qui est importée.



Cliché 1: Pe-tsaï *Chanvre vert*

1. 1. 2. 2. *Courgette* (*Cucurbita pepo*, CUCURBITACEAE)

La courgette est une plante herbacée annuelle⁹ de la Famille des CUCURBITACEAE. Les feuilles sont alternes et simples. Les fleurs sont solitaires et unisexuées d'environ 10 cm de diamètre, de couleur jaune. Le fruit est une grosse baie contenant des graines blanches obovoïdes¹⁰ aplaties. (PROTA, 2018).

Entre autre, 100 g de courgette crue contiennent 28,83 µg de Vitamine A, 17,50 mg de Vitamine C, 36 µg de Vitamine B9, 0,36 mg de Fer et 19,30 mg de Calcium (FAO, 2011a ; Ciquel 2017).

Les deux variétés de courgette testées sont la variété localement utilisée *Vanga fotsy* qui présente des fruits blancs marbrés de vert dans le sens de la longueur ; et une variété importée dénommée *Non coureuse d'Italie* dont les fruits sont verts, marbrés de vert-jaune dans le sens de la longueur.

⁷ Les cotylédons sont soulevés au-dessus du sol par la croissance de la plantule que la graine renferme.

⁸ Plant Resources Of Tropical Africa

⁹ plante ayant un cycle de vie (du semis à la production) bouclée au cours d'une année.

¹⁰ qui a la forme d'un œuf renversé, la plus grande largeur étant située vers le sommet.



Cliché 2: Courgette *Vanga fotsy*



Cliché 3: Courgette *Non coureuse d'Italie*

1. 1. 2. 3. Haricot (*Phaseolus vulgaris* L., FABACEAE)

Le haricot est une plante herbacée annuelle de la Famille des FABACEAE, qui peut prendre plusieurs types de port selon les variétés : rampant, grimpant ou érigé buissonnant. Les feuilles sont alternes et trifoliées. La fleur est bisexuée et le fruit est une gousse linéaire à graines globuleuses à réniformes (PROTA, 2015).

Les valeurs nutritives de 100 g de haricot correspondent à 65 µg de Vitamine B9, 2,99 mg de Fer et 68,30 mg de Calcium (FAO, 2011a ; Ciquel 2017).

Les variétés utilisées dans le cadre de cette étude sont le ODR (*Ran'omby*) avec des graines rouge sang et le CAL 98 (*FOFIFA Vangamena*) avec des graines de couleur rouge tachetée de blanc. Ces deux variétés sont les plus cultivées par les exploitants agricoles de la zone et les plus rencontrées au niveau des marchés de Farafangana¹¹ et Lompary¹².



Cliché 4: Haricot *Ran'omby*



Cliché 5: Haricot *FOFIFA Vangamena*

1. 1. 2. 4. Tomates (*Lycopersicon esculentum*, SOLANACEAE)

La tomate, de la Famille des SOLANACEAE, est une plante herbacée annuelle à forte racine pivotante, aux tiges pleines et fortement poilues. Les feuilles sont disposées en spirale et composées de folioles. Les fleurs sont hermaphrodites et l'inflorescence est une cyme¹³ de 6 à 12 fleurs. Le fruit est une baie charnue à 2 ou 3 loges, à graines très nombreuses et poilues (PROTA, 2017).

¹¹ Le marché de Farafangana se trouve à 45 km au Nord du Fokontany de Karimbelo

¹² Le marché de Lompary est à 10 km au Sud du Fokontany de Karimbelo. C'est le principal marché fréquenté par les exploitants agricoles de la zone d'étude.

¹³ La cyme est une inflorescence ramifiée. L'axe principal se termine par une fleur, puis, à partir des bractées qui se trouvaient à sa base naît une fleur, et ainsi de suite.

Les nutriments contenus dans 100 g de tomate fraîche sont de l'ordre de 74,83 µg de Vitamine A, 15,50 mg de Vitamine C, 22,7 µg de Vitamine B9, 0,12 mg de Fer et 8,14 mg de Calcium (FAO, 2011a ; Ciquel 2017).

Les deux variétés cultivées sont la variété *Kadà* avec des fruits ronds et la variété *Lavalava* dont les fruits sont allongés.



Cliché 6: Tomate *Kadà*



Cliché 7: Tomate *Lavalava*

1. 1. 3. Les matériels utilisés pour la collecte des données

Afin d'avoir des données précises sur les conditions climatiques, un pluviomètre à lecture directe et un thermomètre de précision ont été fournis par le projet et mis en place au niveau du site durant la période de l'expérimentation. Le pluviomètre a été placé à 1,50 m du sol dans un environnement sans obstacle (sans bâtiment ni arbres sur un rayon de 4 m).

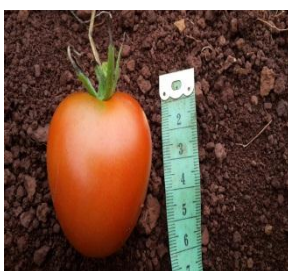
De même, une balance électronique et un mètre-ruban ont été nécessaires pour le pesage et la mesure des dimensions des plantes et de leurs fruits.



Cliché 9: Pluviomètre à lecture directe



Cliché 8: Thermomètre



Cliché 11: Mètre-ruban



Cliché 10: Balance électronique

1. 2. Méthodologie

Cette partie concerne les différentes approches adoptées pour le choix des exploitants agricoles, les dispositifs et le déroulement de l'expérimentation.

1. 2. 1. Visites préliminaires au niveau du site d'expérimentation

Avant l'installation des dispositifs pour l'expérimentation, des visites ont été faites préalablement au niveau du Fokontany de Karimbelo afin de faire connaissance avec la population et les autorités locales, de leur présenter les objectifs du projet NutriHAF ainsi que les étapes ultérieures de l'expérimentation.

1. 2. 2. Choix des exploitants agricoles selon diverses approches

Le choix des exploitants agricoles s'est fait à la fois en considérant une approche genre et selon une approche participative.

1. 2. 2. 1. Approche genre

L'approche genre est une méthode, un outil de développement qui vise à identifier et à réduire les inégalités sociales, économiques, politiques et culturelles entre hommes et femmes, entre filles et garçons (Binat, 2016).

Cette approche consiste à promouvoir l'égalité homme-femme en considérant leurs différences et la hiérarchisation socialement construite (Site de l'association Adéquations, 2016) tout en tenant compte des responsabilités spécifiques de chaque individu dans une culture ou un lieu donné, et dans les différents groupes de population (personnes âgées, groupes ethniques, etc.) (Nomo Zibi, 2006).

Selon la FAO (2011b), les femmes représentent, en moyenne, 43% de la main d'œuvre agricole dans les pays en développement. Cependant, malgré le nombre croissant de femmes qui travaillent en agriculture, celles-ci restent confrontées à de nombreux désavantages (GIZ, 2014). Dans la plupart des cas, les femmes ne contrôlent pas l'accès au foncier et aux ressources (AFD, 2015), d'où l'intégration de l'approche genre dans le cadre de l'étude pour tenter d'élargir la participation des femmes à tous les niveaux et à les intégrer au développement (Andriatiana, 2011).

1. 2. 2. 2. Approche participative

C'est un processus par lequel le travail se fait en partenariat avec la communauté pour la conception et la réalisation de tous les programmes envisagés (Regragui et *al.*, 2004). Cette méthode consiste à prendre en compte la participation des exploitants agricoles dans toutes les étapes de l'expérimentation (recherche des terrains pour les parcelles, mise en place de ces dernières, semis, entretiens des cultures). Elle amène donc à une concertation de l'étudiant avec la population ainsi qu'à la mise en commun de leurs connaissances (Projet LOKAL, 2008). Cette

approche a ainsi pour but l'appropriation des activités par les exploitants agricoles. Chacun se sent responsable et propriétaires des activités de maraîchage.

D'après ces deux approches précitées, l'étude prend en compte trois (03) types d'exploitants agricoles selon le principal responsable des cultures maraîchères: un homme marié, une femme célibataire et une femme mariée. Ces derniers sont les chefs de ménage concernant la prise de décision et l'affectation du travail, c'est-à-dire que ces exploitants agricoles sont les décideurs ; ils peuvent faire eux-mêmes les travaux ou les faire effectuer par les membres de leur famille ou par la main d'œuvre extérieure.

Par ailleurs, deux critères déterminants ont aidé au choix des exploitants agricole. D'une part, il y a leur volonté dans la mise en place de l'essai. D'autre part, il y a la possession des parcelles sur bas-versants ou bas-fonds d'une superficie d'au moins 69,60 m² pour chaque exploitant agricole.

1. 2. 3. Dispositif expérimental : description et caractéristiques

L'approche participative a été entièrement intégrée dans cette étape. La conception du dispositif expérimental est le résultat de la collaboration des deux parties prenantes : étudiant et exploitant agricole.

1. 2. 3. 1. Description du dispositif expérimental

L'expérimentation a été réalisée sur une superficie totale de 208,8 m². Le dispositif expérimental total de l'étude est composé de 72 parcelles (8 parcelles x 3 blocs x 3 genres) de 2 m².

Le dispositif de chaque exploitant agricole est constitué par un bloc de FISHER randomisé et composé de 3 blocs correspondant aux 3 répétitions des traitements. Chaque bloc comporte 8 parcelles élémentaires correspondant aux 4 légumes avec les 2 variétés chacune.

La figure 2 montre le dispositif expérimental pour un exploitant agricole :

C1	H2	T1	P2	C2	H1	P1	T2	BLOC 1
P2	T1	C2	P1	C1	H1	T2	H2	BLOC 2
T2	P1	H1	H2	T1	P2	C2	C1	BLOC 3

- ❖ Espacement entre blocs : 50cm
- ❖ Espacement entre parcelles élémentaires : 20cm

Figure 2: Dispositif expérimental pour un exploitant agricole

Le tableau 1 résume les différentes variétés considérées pour les quatre légumes :

Tableau 1: Les différentes variétés de légumes cultivés

Légumes	Pe-tsaï	Courgette	Haricot	Tomate
Variétés localement utilisées	P1 : <i>Chanvre vert</i>	C1 : <i>Vanga fotsy</i>	H1 : <i>Ran'omby</i> H2 : <i>FOFIFA Vangamena</i>	T1 : <i>Kadà</i> T2 : <i>Lavalava</i>
Variétés introduites	P2 : <i>Victory F1</i>	C2 : Non coureuse d'Italie		

1. 2. 3. 2. Caractéristiques du dispositif expérimental de chaque exploitant

Les trois exploitants agricoles ont chacun des terrains avec différentes caractéristiques comme le montre le tableau 2 ci-après :

Tableau 2: Les caractéristiques du dispositif expérimental de chaque exploitant

Exploitants agricoles	Etage écologique	Orientation	Type de sol	Antécédents cultureux
Homme Marié (HM)	Bas versant	Parcelles à ciel ouvert tournées vers l'Ouest	Sol ferrallitique de couleur rouge	Manioc, riz pluvial
Femme Célibataire (FC)	Bas versant	Parcelles à ciel ouvert tournées vers l'Ouest	Sol ferrallitique de couleur rouge	Manioc, riz pluvial
Femme Mariée (FM)	Bas-fond	Parcelles à ciel ouvert tournées vers l'Ouest	Sol limono-sableux	Pas d'antécédent cultural

1. 2. 4. Déroulement de l'expérimentation : variables à étudier et conduites culturales

L'essai consiste à déterminer la capacité d'adaptation des différentes variétés de légumes en étudiant les variables espèce et variété suivant leurs modalités illustrées dans le tableau 3 ci-après :

Tableau 3: Les différentes modalités

Modalités	Types de légumes	Variétés
Modalité 1	Pe-tsaï : <i>Brassica rapa</i> : P	P1
Modalité 2	Pe-tsaï : <i>Brassica rapa</i> : P	P2
Modalité 3	Courgette : <i>Cucurbita pepo</i> : C	C1
Modalité 4	Courgette : <i>Cucurbita pepo</i> : C	C2
Modalité 5	Haricot : <i>Phaseolus vulgaris</i> : H	H1
Modalité 6	Haricot : <i>Phaseolus vulgaris</i> : H	H2
Modalité 7	Tomate : <i>Lycopersicon esculentum</i> : T	T1
Modalité 8	Tomate : <i>Lycopersicon esculentum</i> : T	T2

L'engrais adopté est la poudrette de parc étant donné que c'est la plus utilisée pour les cultures maraîchères. C'est également la plus disponible localement, elle est à la portée des exploitants agricoles et constitue l'une des exigences du projet NutriHAF.

Les doses d'engrais pour chaque légume de l'expérimentation figurent dans le tableau suivant :

Tableau 4: Les doses de poudrette de parc utilisées pour chaque légume

Légumes	Pe-tsaï	Courgette	Haricot	Tomate
Doses	1,5 kg/m ²	4 kg/m ²	1 kg/m ²	5 kg/m ²

Source : Fiches techniques du pe-tsaï, de la courgette, du haricot et de la tomate.

1. 2. 4. 1. Préparation du sol

Les parcelles ont été défrichées puis labourées avant la mise en place des cultures en tenant compte des dimensions exactes des parcelles élémentaires.

1. 2. 4. 2. Semis

Le semis de la courgette s'est fait avec 2 graines par poquet distant de 50 cm; soit 12 graines pour les 6 poquets sur une parcelle élémentaire de 2 m².

Le haricot a été semé avec 2 graines par poquet. Sur une parcelle élémentaire, il a été mis en place 3 lignes dont chacune est constituée de 5 poquets. L'espacement entre poquet est de 30 cm sur la ligne et 25 cm entre les lignes. Il y a donc 15 poquets contenant 30 graines sur chaque parcelle élémentaire.

Pour ces deux premières spéculations, l'apport d'engrais a été fait de façon localisée, au moment du semis.

Le pe-tsaï a été d'abord semé en pépinière avant d'être transplanté. Pour la tomate, le semis, suivi du démariage, a été effectué directement sur les parcelles.

Pour ces deux dernières spéculations, un apport d'engrais supplémentaire a été fait au moment de la transplantation et du démariage.

1. 2. 4. 3. Entretien

Les principaux entretiens sont les sarclages et l'arrosage. Le sarclage a été fait toutes les 2 ou 3 semaines. L'arrosage a été fait le matin et le soir, sauf en cas de pluie où cette activité n'est pas nécessaire.

1. 2. 4. 4. Traitements phytosanitaires

Les traitements ont été réalisés 10 jours après semis seulement sur le pe-tsaï pour les trois exploitants agricoles. Aucun produit chimique n'est utilisé pour permettre la valorisation des espèces locales de plantes utilisées en « Ady gasy ».

Les traitements phytosanitaires ont été réalisés en utilisant une préparation à base d'*Agave sisalana*¹⁴ pour arroser les plantes après une macération de 24 heures.

1. 2. 5. Collecte et traitement des données

Les données concernent la croissance et le développement de la plante ainsi que son aspect général.

1. 2. 5. 1. Données quantitatives

Les données quantitatives suivantes ont été enregistrées :

- le taux de germination, relevé 7 jours après semis pour observer les différences de pouvoir germinatif (Tayeb, 2013);
- durant la croissance végétative, la longueur de la tige principale de la 2^{ème} à la 6^{ème} semaine après semis et le nombre de feuilles par plante de la 3^{ème} à la 6^{ème} semaine après semis. Ces paramètres permettent d'apprécier la croissance (augmentation en dimension) et le développement (multiplication des organes) de la plante (Tayeb, 2013) ;
- durant la phase reproductive, la date de floraison, lorsque plus de 50% des plants sur la parcelle sont en floraison pleine fleur étant donné que les dates phénologiques permettent de déterminer la précocité (Djidji et *al.*, 2010); le nombre de fleurs par plante ; le nombre de fruits à partir des fleurs par plante.
- au moment de la récolte, les composantes du rendement de chaque spéculation présentées dans le tableau 5 :

Tableau 5: Les composantes du rendement de chaque légume

Pe-tsaï	Courgette	Haricot	Tomate
Nombre de feuilles par pomme	Nombre de fruits par pied	Nombre de pieds par m ²	Nombres de fruits par plante
Diamètre d'une pomme	Diamètre des fruits par pied	Nombre de gousses par pied	Diamètre des fruits par plante
Longueur d'une pomme	Longueur des fruits par pied	Nombre de graines par gousse	Longueur des fruits par plante
Poids (Matière Fraiche) d'une pomme	Poids des fruits par pied	Nombre de loges vides	Poids des fruits par plante

¹⁴ 2 kg d'*Agave sisalana* pour 20 l d'eau

Le rendement (R en g/m²) de chaque culture peut être estimé comme suit :

Tableau 6: Calcul du rendement de chaque légume

Pe-tsaï	Courgette	Haricot	Tomate
$R = Nbr P * P$	$R = Nbr P * Nbr F * P$	$R = Nbr P * Nbr G * Nbr Gr * P$	$R = Nbr P * Nbr F * P$
Nbr P = Nombre de pommes par m ² P = poids moyen d'une pomme	Nbr P = Nombre de pieds par m ² Nbr F = Nombre de fruits par pied P = Poids moyen d'un fruit	Nbr P = Nombre de pieds par m ² Nbr G = Nombre de gousses par pied Nbr Gr = Nombre de graines par gousse P = Poids moyen d'une graine	Nbr P = Nombre de pieds par m ² Nbr F = Nombre de fruits par pied P = Poids moyen d'un fruit

1. 2. 5. 2. Données qualitatives

Ces données portent sur la couleur, la vigueur, le port et l'aspect général de la plante.

Les données chiffrées ont été saisies sur Excel puis traitées sous le logiciel XLStat 2008 en utilisant le test t de Student pour voir les différences significatives entre les moyennes de deux groupes d'échantillons notamment les deux variétés de chaque légume. Les différentes mesures effectuées ont également fait l'objet d'une analyse de variance, suivie du test de Fisher pour différencier les groupes sur un intervalle de confiance à 95%.

2. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Cette partie concerne les données climatiques enregistrées au cours de l'expérimentation, les résultats concernant la croissance, le développement et le rendement des variétés de légumes étudiés ainsi que les quantités de travail mobilisé pour leur culture.

2. 1. Des relevés climatiques supérieurs aux moyennes sur 20 ans

Les résultats climatiques sont issus du traitement des données sur les précipitations et les températures collectées durant l'expérimentation.

2. 1. 1. Une période d'expérimentation généralement humide

La figure 3 présente l'évolution de la pluviométrie mensuelle (en mm) recueillie au niveau du Fokontany de Karimbelo durant la période de l'expérimentation comparée à la pluviométrie moyenne sur 20 ans durant la même période.

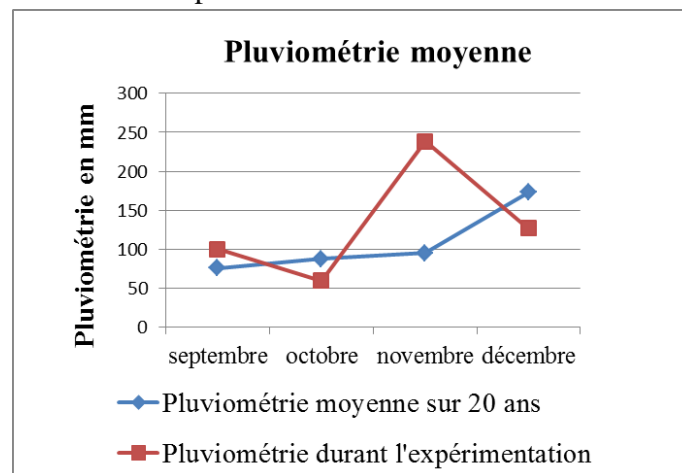


Figure 3: Pluviométrie lors de l'expérimentation comparée à la moyenne sur 20 ans (1995-2014)

Il est constaté globalement une augmentation de la quantité des pluies durant la période de l'expérimentation comparée à la moyenne sur 20 ans. Il est noté une valeur minimale de 59,30 mm en octobre et une valeur maximale de 238,50 mm en novembre.

2. 1. 2. Une période d'expérimentation exceptionnellement chaude

La figure 4 présente les températures mensuelles moyennes (en °C) collectées au niveau du Fokontany de Karimbelo durant la période de l'expérimentation comparées aux moyennes sur 20 ans durant la même période.

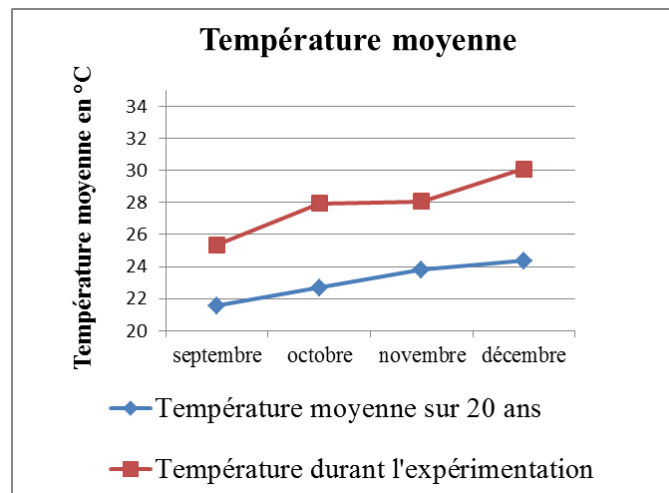


Figure 4: Températures lors de l'expérimentation comparées aux moyennes sur 20 ans (1995-2014)

Les températures moyennes mensuelles durant l'expérimentation sont toujours supérieures aux moyennes sur 20 ans. La température n'a cessé d'augmenter durant l'expérimentation allant de 25,35°C au mois de septembre jusqu'à 30,08°C en décembre.

L'expérimentation s'est donc déroulée au cours d'une période exceptionnellement chaude, et généralement humide.

2. 2. Des variétés de légumes avec des capacités d'adaptation diversifiées

Dans cette partie figurent les données concernant les divers comportements physiologiques des variétés utilisées.

2. 2. 1. Pendant la phase végétative

Il s'agit des résultats sur les taux de germination, la longueur de la tige principale et le nombre de feuilles de chaque variété.

2. 2. 1. 1. Des taux de germination variant d'une variété de légumes à une autre

Les taux de germination des deux variétés de chaque légume sont relevés 7 jours après semis.

❖ Pe-tsaï

Pour le cas du pe-tsaï, seule la variété Chanvre vert (P1) a germé avec un taux de 97,78% ($\pm 3,63\%$). Pour la variété Victory F1 (P2), le taux de germination est nul malgré les nombreuses tentatives de resemis (avec paillage, sous-ombrage). La variété Chanvre vert supporte mieux la forte chaleur que Victory F1 dont les graines n'arrivent pas à germer.

Les figures 5A, 5B et 5C présentent les taux de germination des deux variétés de courgette, de haricot et de tomate.

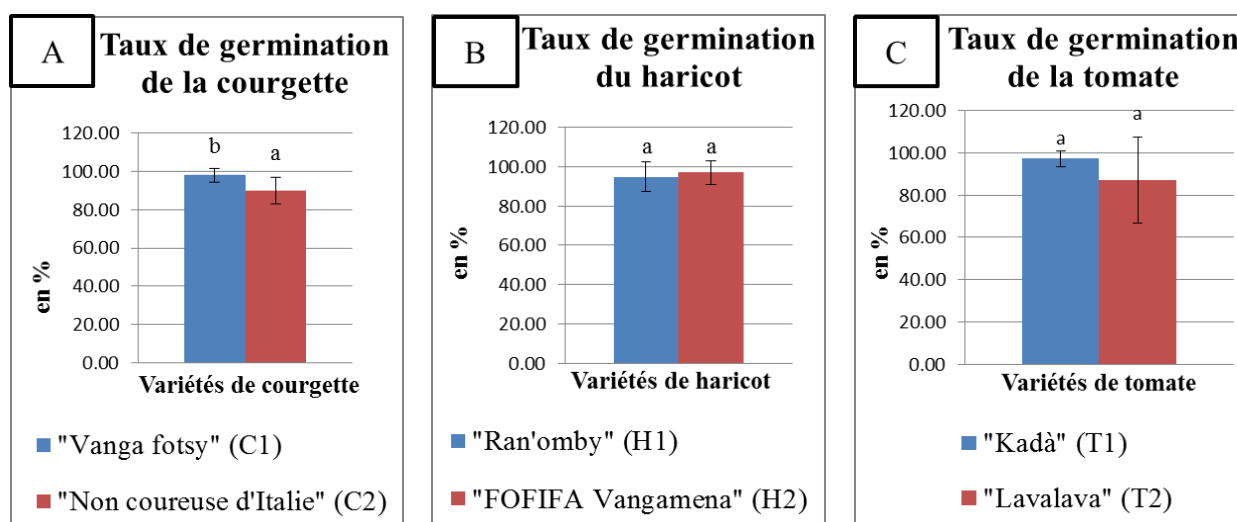


Figure 5: Taux de germination de la courgette (A), du haricot (B) et de la tomate (C)

❖ Courgette

Pour la courgette, la variété localement utilisée *Vanga fotsy* (C1) a une meilleure capacité de levée que la variété introduite *Non coureuse d'Italie* (C2) en présentant un taux de germination significativement¹⁵ plus élevé, 98,15% ($\pm 3,67\%$) contre 89,91% ($\pm 6,95\%$).

❖ Haricot

Pour le haricot, les variétés *Ran'omby* (H1) et *FOFIFA Vangamena* (H2) présentent des taux de germination élevés sans différence significative¹⁶. Ces variétés s'adaptent aux conditions climatiques du milieu. Elles sont déjà cultivées au niveau de la zone d'étude.

❖ Tomate

Pour la tomate, les variétés *Kadà* (T1) et *Lavalava* (T2) ne présentent pas de différence significative¹⁷ concernant les taux de germination. Leur capacité de levée demeure relativement élevée.

2. 2. 1. 2. Une croissance observée pour chaque variété de légumes

La croissance concerne l'évolution de la hauteur et du nombre de feuilles des variétés de légumes.

❖ Pe-tsaï

Les évolutions de la hauteur et du nombre de feuilles du pe-tsaï Chanvre vert sont illustrées par les figures 6 et 7.

¹⁵ Test t de Student, p-value=0,006

¹⁶ Test t de Student, p-value=0,5

¹⁷ Test t de Student, p-value=0,166

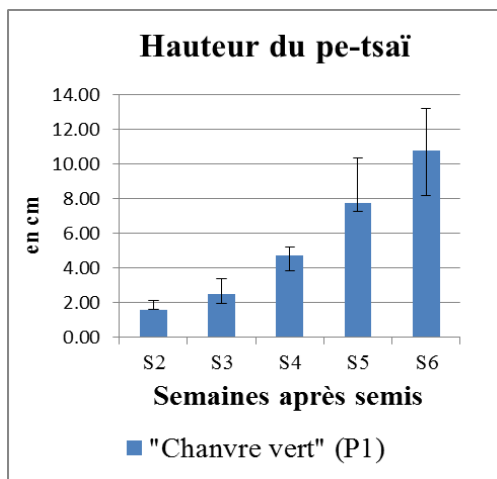


Figure 6: Evolution de la hauteur du pe-tsaï

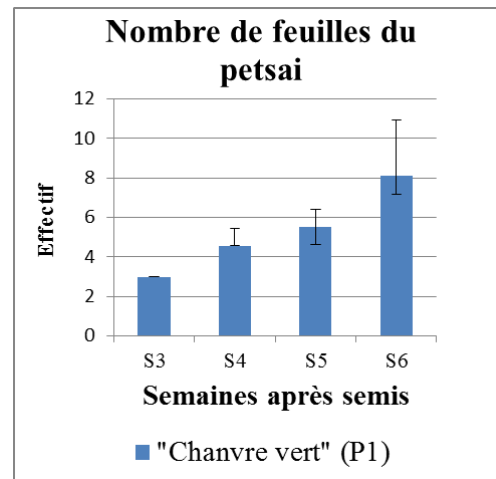


Figure 7: Evolution du nombre de feuilles du pe-tsaï

Il est constaté une croissance de la hauteur du pe-tsaï d'environ 9 cm entre 2 et 6 semaines après semis. Concernant le nombre de feuilles, il est passé de 3 à 8 au cours des 4 semaines d'observation. Le pe-tsaï pousse bien malgré le manque d'eau, la forte chaleur et la présence de chenilles défoliatrices.

❖ Courgette

Les figures 8 et 9 illustrent l'évolution de la longueur de la tige et du nombre de feuilles des deux variétés de courgette.

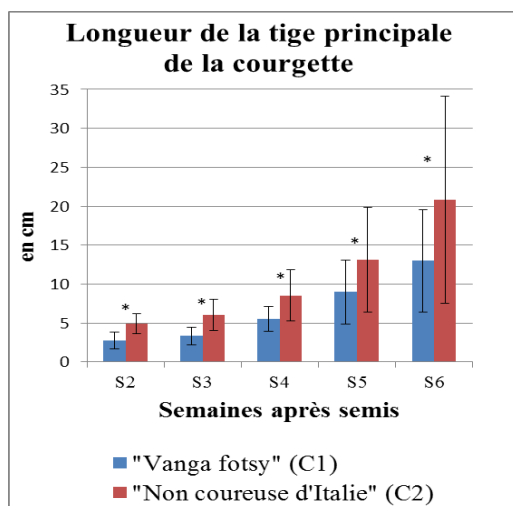


Figure 8: Evolution de la longueur de la tige principale de la courgette

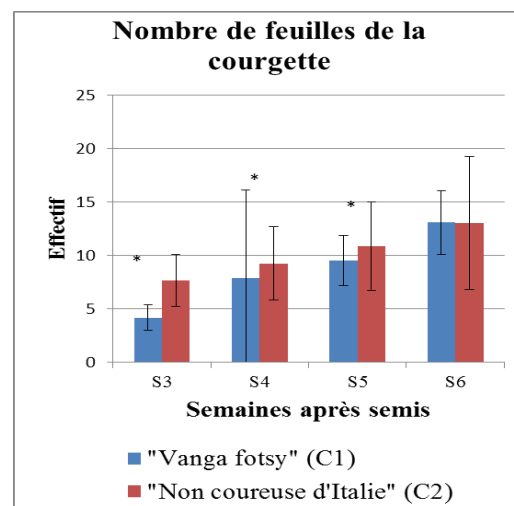


Figure 9: Evolution du nombre de feuilles de la courgette

(* : indique que les moyennes observées durant la semaine considérée présentent des différences significatives)

La courgette Non coureuse d'Italie (C2) a une tige principale significativement¹⁸ plus longue que la courgette *Vanga fotsy* (C1) dès 2 semaines après semis. Tout au long des semaines de suivi, il

¹⁸ Test t de Student, p-value<0,0001

est noté une différence significative¹⁹ sur la longueur de la tige principale des deux variétés de courgette. La variété Non coureuse d'Italie a donc une élévation plus rapide que la variété *Vanga fotsy* avec les mêmes entretiens et sous le même climat.

Concernant le nombre de feuilles, les deux variétés de courgette présentent une allure croissante. Il est à noter que le nombre de feuilles pour la variété Non coureuse d'Italie (C2) est supérieur²⁰ à celui de la variété *Vanga fotsy* (C1) entre 3 et 5 semaines après semis. Au bout de la 6^{ème} semaine, il n'y a plus de différence significative²¹ avec 13 feuilles pour les deux variétés. La courgette Non coureuse d'Italie présente initialement plus de biomasse que la courgette *Vanga fotsy*, mais les pluies de la 6^{ème} semaine ont redynamisé la production de feuilles pour cette dernière.

❖ Haricot

Les évolutions de la hauteur et du nombre de feuilles des deux variétés de haricot peuvent être observées sur les figures 10 et 11.

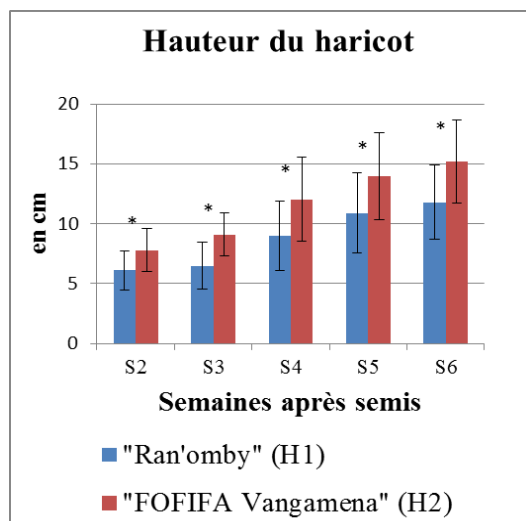


Figure 10: Evolution de la hauteur du haricot

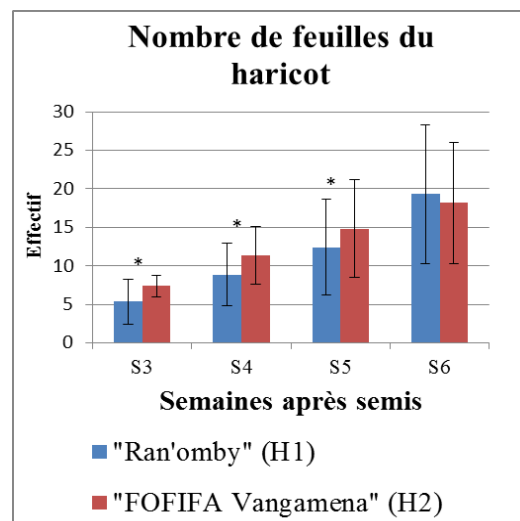


Figure 11: Evolution du nombre de feuilles du haricot

(* : indique que les moyennes observées durant la semaine considérée présentent des différences significatives)

Les variétés de haricot croissent parallèlement. Cependant, il est constaté une différence significative²² concernant leur hauteur. La variété *FOFIFA Vangamena* (H2) a une croissance en hauteur plus rapide que la variété *Ran'omby* (H1) dans des conditions de culture identiques. La hauteur maximale pour la variété *FOFIFA Vangamena* est de 15,18 cm ($\pm 3,47$ cm) contre 11,80 cm ($\pm 3,10$ cm) pour la variété *Ran'omby*.

¹⁹ Tests t de Student : p-value<0,001 pour les semaines 3, 4, 5 et 6 après semis

²⁰ Tests t de Student : p-value<0,0001 pour la semaine 3, p-value=0,0135 pour la semaine 4, p-value=0,006 pour la semaine 5

²¹ Test t de Student : p-value=0,931

²² Tests t de Student : p-value<0,0001 pour toutes les semaines d'observation

Le nombre de feuilles des variétés de haricot est croissant durant les semaines d'observation. Cependant, la variété *Ran'omby* (H1) a significativement²³ moins de feuilles que la variété *FOFIFA Vangamena* (H2) 3 à 5 semaines après semis.

Compte tenu de l'évolution de la hauteur de la tige principale et du nombre de feuilles. La variété *Ran'omby* présente une biomasse moins développée que la variété *FOFIFA Vangamena* malgré les mêmes conditions climatiques et culturales.

❖ Tomate

Les figures 12 et 13 illustrent l'évolution de la hauteur et du nombre de feuilles des deux variétés de tomate.

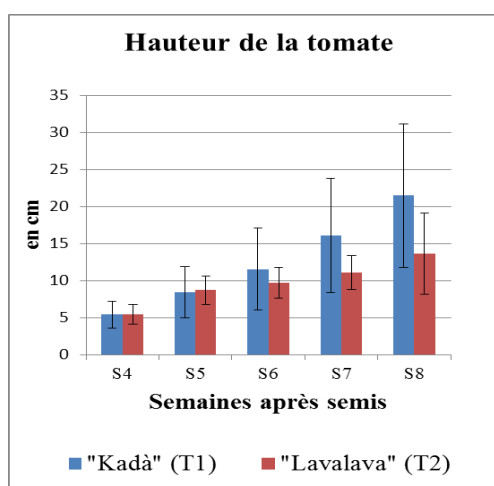


Figure 12: Evolution de la hauteur de la tomate

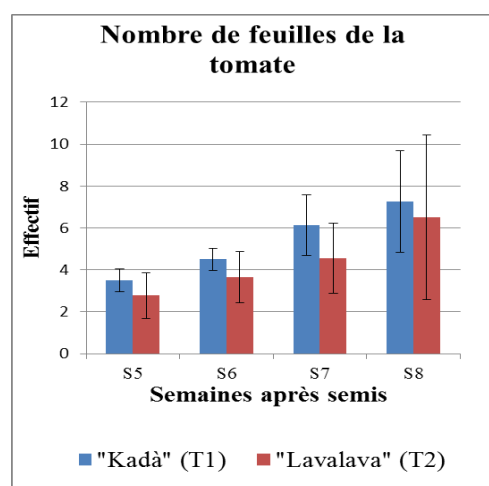


Figure 13: Evolution du nombre de feuilles de la tomate

Il est constaté une hauteur croissante pour les deux variétés de tomates *Kadà* (T1) et *Lavalava* (T2). Cependant, il n'y a pas de différence significative²⁴. Avec les mêmes entretiens et climat, les deux variétés ont les mêmes vitesses d'élongation.

Le nombre de feuilles des tomates *Kadà* (T1) et *Lavalava* (T2) augmente au cours des semaines d'observation sans présenter de différence significative²⁵. Les deux variétés répondent de la même manière aux conditions du milieu en présentant la même quantité de biomasse jusqu'à 8 semaines après semis.

2. 2. 2. Pendant la phase reproductive

Cette partie englobe les dates de floraison et les taux de fructification calculés pour les deux variétés de chaque légume.

²³ Tests t de Student : p-value<0,0001 pour les semaines 3 et 4, p-value=0,000 pour la semaine 5, p-value=0,285 pour la semaine 6

²⁴ Tests t de Student : p-value=0,991 pour la semaine 4, p-value=0,834 pour la semaine 5, p-value=0,422 pour la semaine 6, p-value=0,081 pour la semaine 7, p-value=0,051 pour la semaine 8

²⁵ Tests t de Student : p-value=0,111 pour la semaine 5, p-value=0,096 pour la semaine 6, p-value=0,058 pour la semaine 7, p-value=0,653 pour la semaine 8

2. 2. 2. 1. Des variétés de légumes à précocités différentes concernant la floraison

Les figures 14D, 14E et 14F présentent les dates de floraison des deux variétés de courgette, de haricot et de tomate.

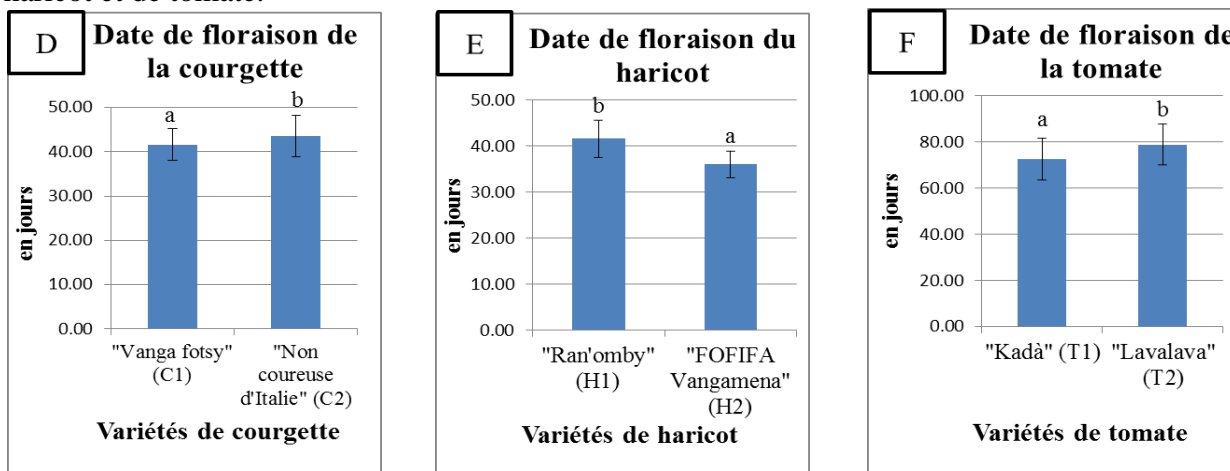


Figure 14: Dates de floraison de la courgette (D), du haricot (E) et de la tomate (F)

❖ Courgette

Pour la courgette, la variété introduite Non coureuse d'Italie (C2) fleurit 2-3 jours après la variété localement utilisée *Vanga fotsy* (C1). Il peut être déduit ainsi que la variété *Vanga fotsy* est significativement²⁶ plus précoce que la variété Non coureuse d'Italie.

❖ Haricot

Concernant le haricot, la variété *Ran'omby* (H1) est significativement²⁷ plus tardive que la variété *FOFIFA Vangamena* (H2) concernant la floraison. La variété *FOFIFA Vangamena* fleurit au bout de 35,95 jours ($\pm 3,95$ jours) tandis que la variété *Ran'omby* met 41,52 jours ($\pm 2,82$ jours) après semis pour fleurir.

❖ Tomate

La tomate *Kadà* (T1) est plus précoce que la tomate *Lavalava* (T2) avec des dates de floraison significativement²⁸ différentes, 72,60 jours ($\pm 8,98$ jours) contre 78,74 jours ($\pm 8,85$ jours). La principale raison est que la variété *Lavalava*, dès la phase de croissance végétative, est plus sensible au flétrissement bactérien que la variété *Kadà*, ce qui a perturbé et allongé sa phase végétative.

2. 2. 2. 2. Des taux de fructification avec différents écarts pour chaque variété

Dans cette partie figurent les taux de fructification²⁹ de chaque variété de légumes.

Les taux de fructification des deux variétés de courgette, de haricot et de tomate sont présentés sur les figures 15G, 15H et 15I.

²⁶ Test t de Student : p-value=0,001

²⁷ Test t de Student : p-value<0,001

²⁸ Test t de Student : p-value<0,001

²⁹ Taux de fructification = [(nombre total de fruits formés/nombre total de fleurs femelles)*100]

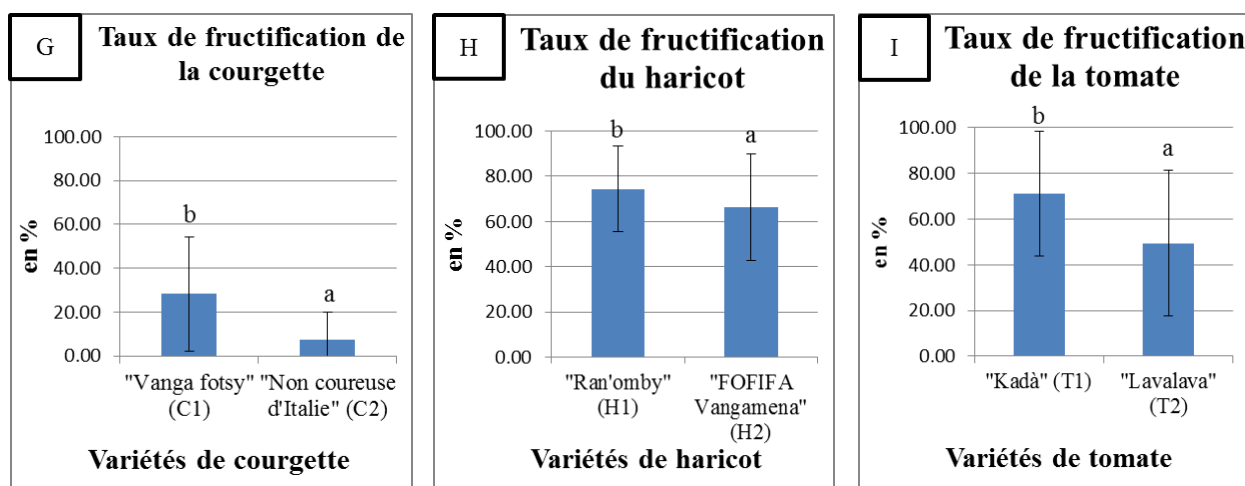


Figure 15: Taux de fructification de la courgette (G), du haricot (H) et de la tomate (I)

❖ Courgette

Pour la courgette, il est remarqué que la variété *Vanga fotsy* (C1) présente un taux de fructification significativement³⁰ supérieur à celui de la variété *Non coureuse d'Italie* (C2), 28,31% ($\pm 26,05\%$) contre 7,56% ($\pm 12,31\%$) pour C2. Cependant, les taux de fructification enregistrés restent très faibles à cause de certains facteurs limitant la pollinisation pour la courgette. D'une part, ces facteurs limitatifs sont d'ordre physiologique. L'apparition et la maturité des fleurs mâles et femelles de la courgette sont décalées dans le temps. D'autre part, la pollinisation de la courgette est entomophile³¹, or les pollinisateurs manquent au niveau de la zone d'étude, et l'allogamie³² n'est pas assurée.

❖ Haricot

Pour le haricot, la variété *Ran'omby* (H1) a un taux de fructification de 74,30% ($\pm 18,94\%$) significativement³³ plus élevé que celui de la variété *FOFIFA Vangamena* (H2) qui est de 66,26% ($\pm 23,45\%$). La raison pouvant être avancée pour expliquer cette situation trouve son origine au niveau de la floraison. L'apparition des premières fleurs pour la variété *FOFIFA Vangamena* coïncide avec une période marquée par une forte sécheresse, ce qui entraîne leur coulure, tandis que celle pour la variété *Ran'omby*, plus tardive, a pu bénéficier de quelques précipitations et ainsi fructifier.

❖ Tomate

Concernant la tomate, la variété *Kadà* (T1) a un taux de fructification significativement³⁴ supérieur à celui de la variété *Lavalava* (T2) avec un écart de plus de 30%. L'autogamie est favorable à la fructification de la tomate, mais la sensibilité aux maladies de la variété *Lavalava*,

³⁰ Test t de Student : p-value<0,0001

³¹ La pollinisation se fait par l'intermédiaire des insectes.

³² pollinisation d'une fleur par le pollen d'une autre fleur venant d'un pied différent

³³ Test t de Student : p-value=0,012

³⁴ Test t de Student : p-value<0,0001

notamment par rapport au flétrissement bactérien, occasionne des dégâts importants sur le cycle entier de la culture.

2. 2. 3. Pendant la récolte

Cette partie traite les composantes du rendement de chaque légume.

2. 2. 3. 1. Des dimensions correspondant aux caractéristiques variétales de chaque légume

❖ Pe-tsaï

Le pe-tsaï Chanvre vert (P1) présente une pomme de 7,98 cm ($\pm 1,54$ cm) de diamètre et de feuilles de 29,18 cm ($\pm 4,52$ cm) de longueur.

❖ Courgette

Les figures 16 et 17 montrent le diamètre et la longueur du fruit des deux variétés de courgette.

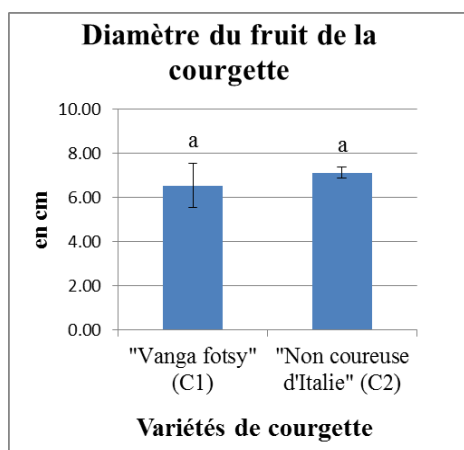


Figure 16: Diamètre du fruit de la courgette

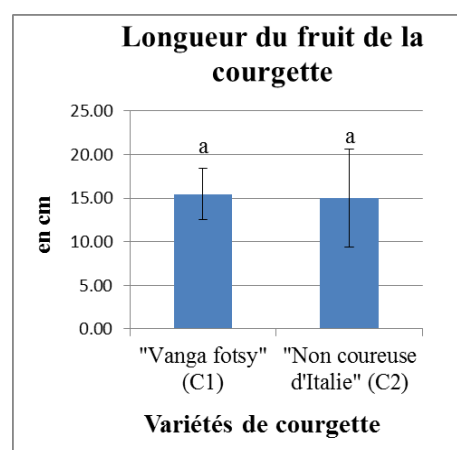


Figure 17: Longueur du fruit de la courgette

Les deux variétés de courgette ne présentent aucune différence significative³⁵ tant pour le diamètre des fruits (7 cm) que pour leur longueur (15 cm). Les fruits des deux variétés de courgette ont des dimensions identiques étant donné que leur culture a été faite dans les mêmes conditions climatiques, avec les mêmes entretiens.

❖ Tomate

Le diamètre et la longueur des fruits des deux variétés de tomate sont illustrés par les figures 18 et 19.

³⁵ Tests t de Student : p-value=0,272 pour le diamètre ; p-value=0,836 pour la longueur du fruit

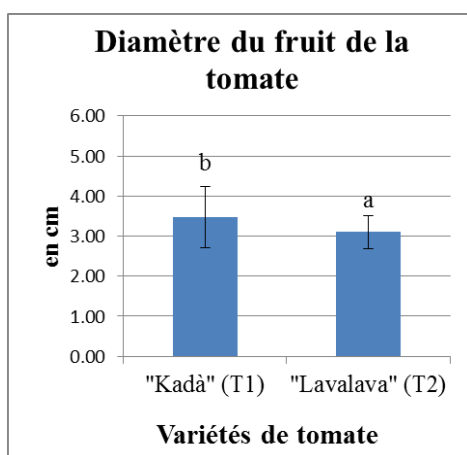


Figure 18: Diamètre du fruit de la tomate

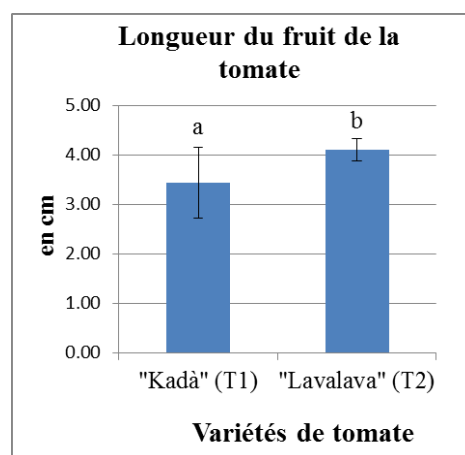


Figure 19: Longueur du fruit de la tomate

Pour la tomate, les fruits de la variété *Kadà* (T1) ont un diamètre moyen significativement³⁶ plus important que la variété *Lavalava* (T2). Par contre, concernant la longueur moyenne des fruits, la variété *Lavalava* est significativement³⁷ plus longue que la variété *Kadà*. Ainsi, les fruits de la variété *Kadà* sont plus ronds alors que ceux de la variété *Lavalava* sont de forme allongée, ce qui correspond aux caractéristiques de ces deux variétés.

2. 2. 3. 2. Des productions variables selon les variétés de légumes cultivés

❖ Pe-tsaï

Une pomme de pe-tsaï pèse en moyenne 187,56 g ($\pm 91,63$ g). Ce poids masque une forte disparité qui peut être expliquée par la différence de quantité d'engrais apporté par chaque exploitant agricole lors du repiquage. Le rendement moyen est de 62,80 kg/are.

❖ Courgette

La figure 20 illustre les poids moyens des deux variétés de courgette.

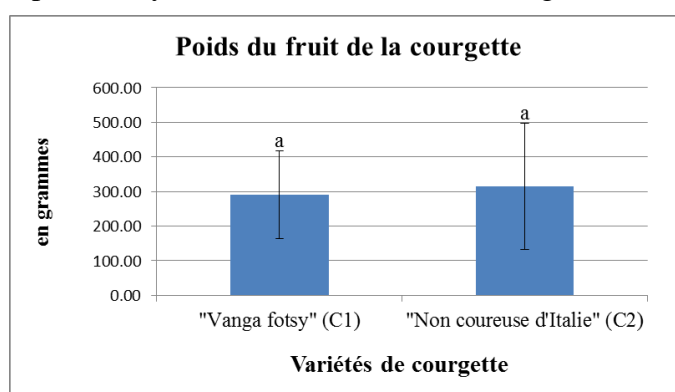


Figure 20: Poids du fruit de la courgette

Les courgettes Non coureuse d'Italie (C2) et *Vanga fotsy* (C1) présentent des fruits ayant des poids relativement identiques, c'est-à-dire sans différence significative³⁸ [(314,33 g ($\pm 182,08$ g)

³⁶ Test t de Student : p-value=0,028

³⁷ Test t de Student : p-value<0,0001

³⁸ Test t de Student : p-value=0,794

pour C1 et 291,15 g ($\pm 126,08$ g) pour C2]. Le rendement moyen pour la variété *Vanga fotsy* est de 42,60 kg/are, celui de la variété Non coureuse d'Italie est de 15,70 kg/are.

❖ Haricot

La figure 21 montre certaines composantes du rendement des deux variétés de haricot.

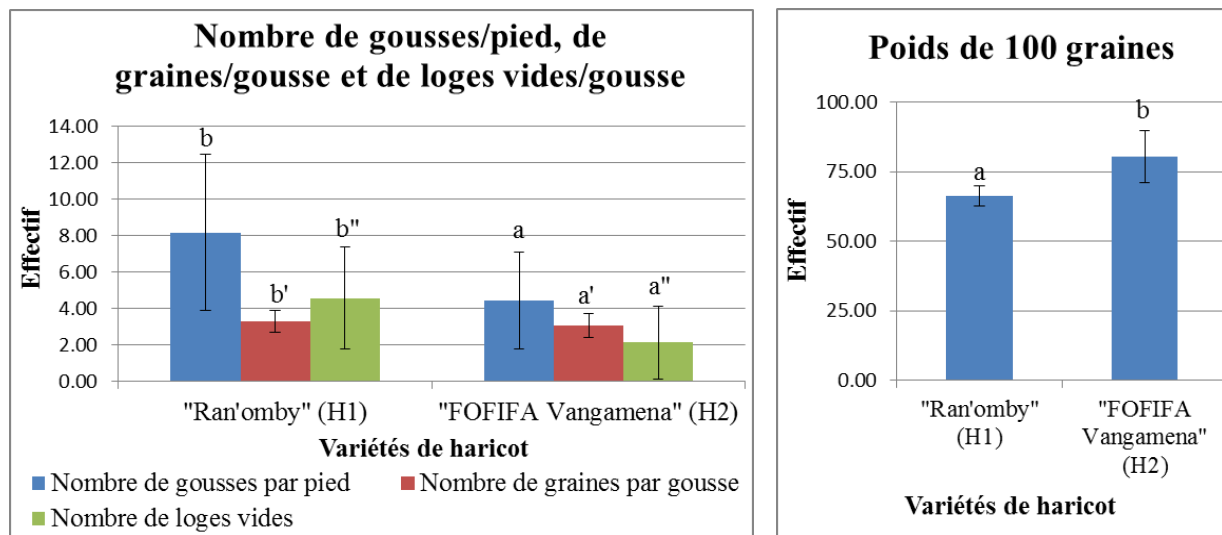


Figure 21: Composantes du rendement du haricot

Le haricot *Ran'omby* (H1) a significativement³⁹ plus de gousses par pied que le haricot *FOFIFA Vangamena* (H2), 8,15 gousses ($\pm 4,29$) contre 4,42 gousses ($\pm 2,66$). La première variété a bénéficié d'une certaine quantité de pluies avant la floraison.

La variété *Ran'omby* a significativement⁴⁰ plus de graines par gousses et significativement⁴¹ plus de loges vides que la variété *FOFIFA Vangamena*.

Par ailleurs, le poids frais moyen de 100 graines de la variété *Ran'omby* est de 66,40 g ($\pm 3,65$ g), contre 80,29 g ($\pm 9,30$ g) pour la variété *FOFIFA Vangamena*. Leur rendement moyen est respectivement 9,4 kg/are et 9 kg/are, ce qui ne présente pas une différence significative.

❖ Tomate

Les poids moyens des deux variétés de tomate sont présentés sur la figure 22.

³⁹ Test t de Student : p-value < 0,0001

⁴⁰ Test t de Student : p-value = 0,017

⁴¹ Test t de Student : p-value < 0,0001

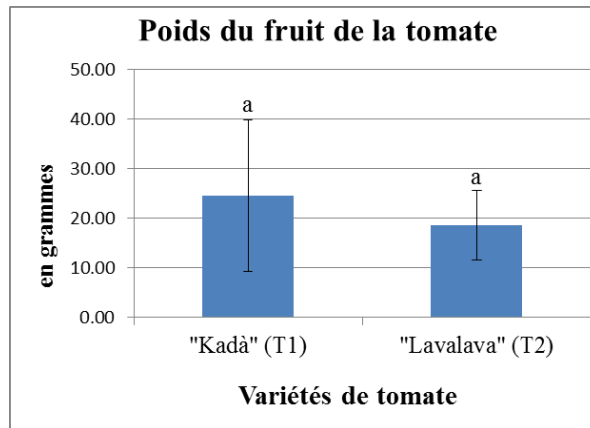


Figure 22: Poids du fruit de la tomate

Pour la tomate, les deux variétés de tomate *Kadà* (T1) et *Lavalava* (T2) ont des poids moyens sans différence significative⁴² : 24,56 g (±15,25) pour la première variété contre 18,60 g (±7,02) pour la seconde. La première variété donne un rendement moyen de 98,50 kg/are.

2. 2. 4. Des comportements différents pour chaque variété de légumes face aux problèmes et ennemis de culture

2. 2. 4. 1. La chenille défoliatrice pour le pe-tsaï

Le principal problème du pe-tsaï est la présence de la chenille défoliatrice. Cette dernière attaque le pe-tsaï dès l'apparition des premières feuilles jusqu'à la récolte. L'utilisation de la méthode de lutte biologique via l'épandage de la préparation à base d'*Agave sisalana* reste peu efficace, ce qui impacte sur le rendement de la culture.

2. 2. 4. 2. Les problèmes de cochenilles, de pollinisation et de nécrose apicale de la courgette

Pour la courgette, il y a l'attaque des cochenilles au niveau de la racine et du collet durant la phase végétative, ce qui entraîne la mort de la plante qu'elle soit de la variété *Vanga fotsy* (C1) ou Non coureuse d'Italie (C2).

Un des problèmes de la culture de la courgette dans la zone est la pollinisation entraînant l'avortement des ébauches de fruits. Il y a également la nécrose apicale du fruit au cours de la maturation ce qui influence négativement le rendement. Cette nécrose apicale est causée par un manque de calcium associé à une croissance lente de la plante.

2. 2. 4. 3. Les insectes terricoles et les chenilles pour le haricot

Plusieurs pieds de haricot n'ont pas achevé leur phase végétative à cause de la présence d'insectes terricoles dont les larves qui attaquent les racines au niveau du collet, et creusent la tige des jeunes plants. Ainsi, la circulation de l'eau et des éléments nutritifs est rompue et la plante meurt. La variété *Ran'omby* au niveau des parcelles nouvellement défrichées est la plus

⁴² Test t de Student : p-value=0,385

ravagée par ces larves, étant donné que le labour superficiel ne permet pas la dessiccation de ces insectes par exposition au soleil.

Pour les plants de haricot de la variété *Ran'omby* et la variété *FOFIFA Vangamena* ayant pu boucler leur cycle, les gousses sont attaquées par des chenilles qui se nourrissent des graines.

2. 2. 4. 4. *Les mauvaises herbes, le flétrissement bactérien et la nécrose apicale du fruit pour la tomate*

Les jeunes plants de tomate sont en concurrence en éléments nutritifs avec les mauvaises herbes durant les premières semaines après semis à cause du manque de sarclage. De plus, le flétrissement bactérien attaque les deux variétés de tomate. Cependant, la variété *Lavalava* (T2) est plus sensible que la variété *Kadà* (T1). La plupart des plants de la première variété sont morts avant le stade de floraison tandis que ceux de la seconde variété ont permis des récoltes malgré des fruits généralement de taille réduite. Il est également noté la présence de nécrose apicale sur les fruits de variété *Kadà* due à un arrosage irrégulier.

2. 3. Des quantités de travail importantes

Cette partie met en exergue la quantité de travail mobilisé par chaque exploitant agricole, pour chaque légume ainsi que la productivité de travail.

2. 3. 1. Des quantités de travail variables suivant les actifs au sein des ménages

La figure 23 montre la quantité de travail en Hj⁴³ (Homme-jour) mobilisé par chacun des trois exploitants agricoles considérés.

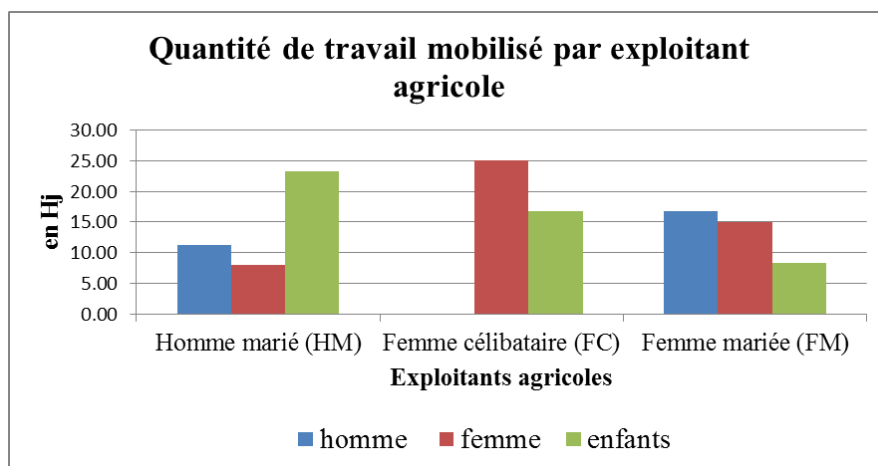


Figure 23: Quantité de travail par exploitant agricole

L'homme marié (HM), la femme célibataire (FC) et la femme mariée (FM) fournissent relativement la même quantité de travail pour le maraîchage, respectivement 42,44 Hj, 41,83 Hj et 39,95 Hj. Ces exploitants agricoles s'occupent des cultures maraîchères en respectant globalement les itinéraires techniques issus de leur collaboration avec l'étudiant.

⁴³ 1 Hj correspond à 8 heures de travail

La contribution des responsables des cultures maraîchères aux travaux agricoles est cependant variable. Pour les exploitants mariés, l'homme s'occupe des grands travaux, les femmes et enfants effectuent les entretiens. Tandis que la femme célibataire assure elle-même la majorité des travaux maraîchers. Par ailleurs, il est constaté une forte implication des jeunes dans le maraîchage.

2. 3. 2. Des légumes nécessitant une même quantité de travail

La figure 24 montre la quantité de travail mobilisé pour les 4 légumes considérés dans le cadre de cette étude.

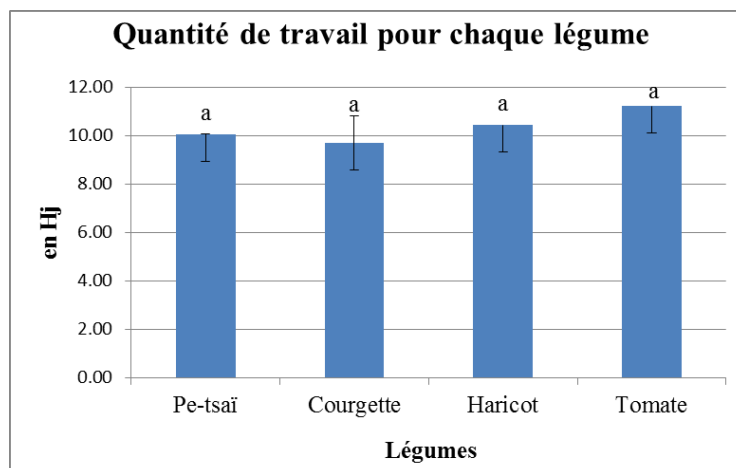


Figure 24: Quantité de travail pour chaque légume

Il est remarqué que les quantités de travail mobilisé pour le pe-tsaï (10,73Hj), la courgette (10,19Hj), le haricot (10,44Hj) et la tomate (12,05Hj) ne présentent aucune différence significative⁴⁴. Les efforts nécessaires pour leur culture sont relativement identiques étant donné que les parcelles sont restreintes et regroupées. Le labour a nécessité une même quantité de travail, de même que les entretiens des cultures. Les arrosages sont cependant irréguliers malgré les conditions climatiques chaudes et sèches.

2. 3. 3. La productivité de travail : des chiffres très variables

Le tableau 7 met en relation la quantité de travail fourni pour la culture d'un légume et sa rentabilité en termes de production et de valeur monétaire.

⁴⁴ ANOVA : $Pr > F = 0,430$

Tableau 7: La productivité du travail de chaque variété de légume

Genre	Variétés de légumes	Surface cultivée (m ²)	Quantité de travail (Hj)	Production (kg)	Prix unitaire (Ariary/kg)	Produit brut PB (Ariary)	PB/Hj (Ariary)
Homme Marié (HM)	P1	6	9,56	2,315	2000	4630	484,31
	C1	6	9,69	1,672	2000	3344	345,10
	C2	6	9,69	0,943	2000	1886	194,63
	H1	6	10,31	0,47	4000	1880	182,35
	H2	6	10,31	0,428	4000	1712	166,05
	T1	6	12,88	5,907	2500	14767,5	1146,55
	T2	6	12,88	0,093	2500	232,5	18,05
Femme célibataire (FC)	P1	6	10,06	2,95	2000	5900	586,48
	C1	6	8,94	0,374	2000	748	83,67
	H1	6	11,19	0,418	4000	1672	149,42
	H2	6	11,19	0,446	4000	1784	159,43
	T1	6	11,63	0,504	2500	1260	108,34
Femme marié (FM)	P1	6	10,56	13,802	2000	27604	2614,02
	C1	6	10,44	1,739	2000	3478	333,14
	H1	6	9,81	0,012	4000	48	4,89
	H2	6	9,81	0,392	4000	1568	159,84

Pour les trois exploitants agricoles, les quantités de travail mobilisé pour les 4 légumes sont semblables mais conduisent à des productions différentes. Cependant, le pe-tsaï Chanvre vert (P1), la courgette *Vanga fotsy* (C1) et le haricot *Ran'omby* (H1) et *FOFIFA Vangamena* (H2) peuvent être considérés parmi les plus avantageux en termes de productivité du travail pour les trois exploitants agricoles. Le cas de la femme mariée est singulier à cause des larves qui ont détruit les plants de la variété *Ran'omby*. Concernant la tomate *Kadà* (T1), surtout pour l'homme marié (HM), elle a été peu sensible aux ennemis de culture et a bénéficié d'une importante pluviométrie au mois de novembre pour se développer. Il est quand même à préciser que les semences ainsi que les matériels agricoles tels que les arrosoirs sont fournis par le projet et ne sont donc pas comptabilisés dans le calcul comme étant des consommations intermédiaires. De même, la poudrette de parc utilisée n'a pas été achetée mais collectée gratuitement au niveau des parcs à bœufs existant dans les villages. Les prix des produits affichés dans le tableau ci-dessus représentent leur prix moyen observé sur le marché local⁴⁵ durant la période de l'expérimentation, prix qui varient dans l'année selon l'abondance du produit.

⁴⁵ Marché de Lompary : la vente des productions des exploitants agricoles se limitent au niveau de ce marché. Les productions n'arrivent pas encore jusqu'au marché de Farafangana.

3. DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS

Cette partie porte sur la discussion, les limites de l'étude et les recommandations et perspectives.

3. 1. Des conditions de culture contraignant la physiologie des plantes

3. 1. 1. Des croissances végétatives limitées par les conditions climatiques

❖ Pe-tsaï

D'après les résultats obtenus, le pe-tsaï Chanvre vert (P1) présente un taux de germination élevé contrairement à la variété Victory F1 (P2) qui a un taux de levée nul pour les trois exploitants agricoles. Le pe-tsaï Chanvre vert, variété localement utilisée, a germé malgré les conditions climatiques du site (températures élevées et faible pluviométrie) mais la variété Victory F1 ne supporte pas ces dernières, ce qui a défavorisé la levée des graines malgré le paillage et l'ombrage mis en place au moment du semis. Bien que Gricourt (2005) affirme qu'en fonction de la variété, la température optimale pour la germination se situe entre 15 et 30°C, condition satisfaite au moment du semis ; cet auteur complète en disant que la plupart des choux asiatiques sont des cultures de saison froide. Certains pieds du pe-tsaï Chanvre vert ont un aspect fané au cours de leur croissance, ce qui est dû à la forte température enregistrée au niveau de la zone d'étude. En effet, la pluviométrie d'octobre est la plus basse au cours de la période d'expérimentation (59,30 mm) et la température moyenne est de 27,93°C. Or, la température optimale pour la croissance végétative du pe-tsaï se situe entre 13 et 24°C. Au-delà de 25°C, les plantes croissent lentement (Gricourt, 2005) et elles ne supportent pas la sécheresse (Melda, 2011), d'où des plants de pe-tsaï qui se développent moins bien que dans des conditions climatiques plus fraîches. De plus, il y a le problème concernant l'attaque des chenilles, et ce, durant toute la croissance de la plante. La solution à base d'*Agave sisalana* n'a pas eu l'effet attendu. Selon Ramiaranjatovo (2017), les conditions climatiques (températures élevées et faible pluviométrie) de la zone d'étude constituent des facteurs limitatifs de l'efficacité des produits naturels utilisés comme insecticide.

❖ Courgette

Concernant la courgette, les variétés *Vanga fotsy* (C1) et Non coureuse d'Italie (C2) présentent toutes les deux un taux de germination élevé. La température moyenne du mois de septembre est de l'ordre de 25,35°C, ce qui correspond à la température optimale de germination des graines de courgette de 25 à 30°C selon Espagnacq (2008). Parallèlement, les arrosages ont favorisé la levée des graines. Par ailleurs, selon Tayeb et Etienne (1994), la germination est liée aux facteurs extrinsèques tels que l'humidité, la température, l'oxygène et la lumière. Cependant, la forte chaleur ralentit la croissance des plantes tant sur la longueur de leur tige que leur production de biomasse. En effet, la température optimale pour la croissance végétative est de 20 à 22°C (Garcia, 2008). Cette température est largement inférieure à la moyenne prélevée dans la zone d'étude durant la période de croissance de la courgette qui est de 25,35°C en septembre. En

outre, durant ce mois, les précipitations enregistrées figurent parmi les plus basses et les températures journalières dépassaient les 30°C sur plusieurs jours, or au-delà de 30-35°C et selon les conditions d'alimentation hydrique, la plante peut faner plus ou moins irréversiblement (Terrentroy, 2005 ; Ramiaranjatovo, 2017). La forte chaleur prolongée accompagnée du déficit en eau ont entraîné la mort de plusieurs plants de courgette au cours de cette période. La phase végétative est la plus importante, un stress hydrique précoce aura des répercussions sur l'enracinement, l'homogénéité de la végétation et le nombre de fruits par plante (Abatzian *et al.*, 2003). De plus, les cochenilles sont fixées sur les racines, attaquent les jeunes plants de courgette, ralentissent la croissance puis entraînent le dépérissement.

❖ Haricot

Pour les deux variétés de haricot [*Ran'omby* (H1) et *FOFIFA Vangamena* (H2)], les conditions du milieu ont permis une bonne levée des graines et une croissance. Selon Ramanandraibe (2000), la germination du haricot demande une température supérieure à 10° C, optimum entre 20 °C et 25 °C (FAO, 2012), ce qui correspond à celle enregistrée dans la zone d'étude. Durant la croissance végétative, le haricot a besoin d'une température supérieure à 12°C (Ramanandraibe, 2000), l'optimale est à 25°C selon Hallouin (2012), condition de température satisfaite durant l'expérimentation avec 25,35°C.

Comme la culture est à cycle court, le haricot doit bénéficier d'un apport de matières organiques riches en éléments facilement assimilables (FAO, 2012). Ce besoin du haricot a été assuré étant donné que la température élevée a favorisé la minéralisation de la poudrette de parc apportée au moment du semis. Selon Chabalier (2006), les microorganismes du sol ont une activité optimale entre 25 et 35°C. Les besoins en pluviométrie du haricot s'élèvent entre 300 et 400 mm, régulièrement répartie pendant cette phase végétative (Ramanandraibe, 2000). Les précipitations, bien qu'intermittentes, ainsi que les arrosages ont ainsi permis la croissance du haricot.

❖ Tomate

Les deux variétés de tomate *Kadà* (T1) et *Lavalava* (T2) ont des taux de germination élevés. En effet, bien que la température optimale pour la levée des graines de tomate est de 20°C (Heinz, 2013), la température moyenne de 25,35°C au niveau de la zone d'étude a permis une bonne germination. Concernant les jeunes plants de tomate, il y a la concurrence des mauvaises herbes au niveau des éléments nutritifs, de l'eau ainsi que de la lumière, comme le confirme Naika *et al.* (2005), ce qui entraîne la mort des plants de tomate chétifs. Au cours de la période de croissance, la tomate pousse mais à une vitesse ralentie à cause de la forte chaleur. La température moyenne relevée au cours de l'expérimentation est de 27,93°C, supérieure à celle optimale de 21 et 24°C (Naika *et al.*, 2006). La température journalière maximale enregistrée sur le terrain est de 35,40°C pour le mois d'octobre, or, la croissance est meilleure lorsque les maxima journaliers ne dépassent pas 30°C (Courchinoux, 2008), et au-dessus de 38°C, les tissus des plantes seront endommagés (Naika *et al.*, 2005). La tomate est héliophile, elle nécessite des intensités de

lumière forte et une pluviométrie répartie sur au moins trois mois (Agrosemens, 2014). Ces conditions sont satisfaites avec l'orientation des parcelles vers l'Ouest pour bénéficier le plus longtemps des rayons de soleil et avec les précipitations dont celles de novembre, qui affichent une valeur de 238,50 mm. Les résultats ont aussi montré que la variété *Kadà* résiste mieux au flétrissement bactérien que la variété *Lavalava*. Selon Lebeau (2010), la résistance face à cette maladie relève de la diversité génétique. Le flétrissement bactérien de la tomate est causé par *Ralstonia solanacearum*, une bactérie qui a une température optimale de croissance entre 30-35°C (Buddenhagen et Kelman, 1964), condition satisfaite lors de l'expérimentation. Les sols ferrallitiques des exploitants agricoles ont favorisé le maintien et la survie de la bactérie. Ces sols sont propices au développement du flétrissement bactérien (Prior *et al.*, 1993). En outre, l'eau d'irrigation permet la dissémination et la conservation de l'agent pathogène pendant deux (02) semaines (Poussier, 2000). Les arrosages et les eaux de pluie de l'expérimentation ont contribué à la persistance de la maladie. Et malgré la lutte mécanique par arrachage des plants malades, le reste des racines peut toujours contaminer les plants voisins. Aucune lutte n'existe pour le flétrissement bactérien sauf la rotation culturale et l'utilisation de variétés résistantes ou tolérantes (Courchinoux, 2008).

3. 1. 2. Divers facteurs compromettant la fructification

❖ Courgette

La variété de courgette *Vanga fotsy* (C1) a fleuri avant la variété Non coureuse d'Italie (C2). Les deux variétés ont des taux de fructification significativement différents, 28% pour la variété *Vanga fotsy* contre 7% pour la variété Non coureuse d'Italie. Ces résultats s'expliquent à la fois par les conditions du milieu et la physiologie de la courgette, notamment les problèmes concernant la pollinisation. La courgette est exigeante en chaleur (Garcia, 2008). La température optimale de fructification est comprise entre 20 et 25°C (Réseau GAB/FRAB⁴⁶, 2009 ; Ramiaranjatovo, 2017), température inférieure à celle du milieu d'étude atteignant plus de 27°C en octobre. En effet, il est constaté localement une forte température⁴⁷ et un déficit pluviométrique s'étalant sur plusieurs jours avant et après la floraison de la courgette en septembre alors que la plante est très sensible au manque d'eau au début de la floraison (Abatzian *et al.*, 2003). De plus, la courgette forme davantage de fleurs mâles lorsqu'elle est mise en conditions difficiles (stress climatique ou hydrique) (Réseau GAB/FRAB, 2009). Il faut savoir cependant que ce sont les fleurs femelles qui constituent les futurs fruits. La courgette est une plante monoïque, et présente des fleurs mâles et femelles bien distinctes et à maturité décalée dans le temps. Les résultats d'Abatzian *et al.* (2003) concernant les problèmes de pollinisation de la courgette sont identiques à ceux de l'expérimentation. Selon Abatzian *et al.* (2003), les fleurs femelles apparaissent environ 40 jours après semis (41 et 43 jours dans le cadre de

⁴⁶ Groupement des agriculteurs Biologiques de Bretagne/ Fédération Régionale des Agrobiologistes de Bretagne

⁴⁷ Selon Terrentroy (2005), la courgette a du mal à supporter une température dépassant 25°C.

l'expérimentation). Ces premières fleurs coulent le plus souvent en absence de pollinisation⁴⁸ et ne peuvent pas aboutir à la formation de fruits. Une dizaine de jours après, des fleurs mâles apparaissent, les floraisons mâles et femelles alternent sans ordre apparent. Masclet (2017) ajoute que les fleurs mâles s'épanouissent en premier, de façon à ce que le pollen soit prêt lorsque les fleurs femelles apparaissent. La pollinisation de la courgette est strictement entomophile et il faut 4 ruches à l'hectare (Abatzian et *al.*, 2003). Cependant, les pollinisateurs manquent dans la zone d'étude. La culture sur brûlis est une pratique courante. Or, cela perturbe l'écologie du milieu et est défavorable à l'installation des essaims de pollinisateurs. Ainsi, la pollinisation des fleurs de la courgette est difficile. De plus, le stress hydrique favorise la coulure des fleurs (Chesneau, 2015). Ces dernières s'ouvrent le matin (5 h) et se fanent quelques heures plus tard (vers 10 - 11 h) (Masclet, 2017), ce qui rend la pollinisation encore peu probable. Abatzian et *al.* (2003) ajoutent également que le plant de courgette donnera 1 à 2 fruits au maximum, suivant la variété et les conditions de production.

❖ Haricot

Selon les résultats de l'expérimentation du haricot, la variété *Ran'omby* (H1) est plus précoce que la variété *FOFIFA Vangamena* (H2) et a un taux de fructification significativement plus élevé. Le climat conditionne les phases de floraison et de fructification du haricot qui nécessitent des températures optimales respectivement de 15 à 25°C et de 15 à 30°C (FAO, 2012). Cependant, les réponses des semences face aux facteurs clefs de l'environnement (température, pluviométrie) varient suivant les espèces et génotypes (Raveneau et *al.*, 2014). La floraison est la période critique pour la culture du haricot (Ramanandraibe, 2000). Au-dessus de 30 °C, il peut y avoir la coulure et l'avortement des fleurs (FAO, 2012). En outre, la pollinisation est réduite à une température supérieure à 25° C (Ramanandraibe, 2000). Or pendant l'expérimentation, les valeurs enregistrées de la température ont une moyenne de 27,93°C au cours de ces phases, ce qui remet en cause la formation des gousses et leur remplissage. Les pluies ont également diminué aux mois de septembre et octobre, ce qui rendait difficile les arrosages alors que les besoins en eau sont aussi importants à partir de la floraison et pendant la formation des gousses, pour assurer leur développement et leur qualité (Hallouin, 2012). Le haricot est une plante héliophile ; il est très exigeant en lumière. Les terrains sur bas-versant sont favorables car la lumière favorise plus la fructification que la croissance.

❖ Tomate

Pour la tomate, les deux variétés présentent des différences significatives tant pour la précocité de la floraison que pour le taux de fructification. La variété *Kadà* (T1) a fleuri avant la variété *Lavalava* (T2) et a également plus de fruits. En effet, la variété *Kadà* a été moins affectée par les ennemis de culture que la variété *Lavalava*. La floraison de la tomate a eu lieu en mi-octobre, qui

⁴⁸ Cependant, si les parcelles avoisinantes présentent des pieds avec des fleurs mâles matures en même temps que ces premières fleurs femelles, la pollinisation croisée peut être assurée et ces premières fleurs ne couleront pas.

était une période sèche et chaude, provoquant la coulure des fleurs et l'absence de fructification. Selon Naika et *al.* (2005), le stress causé par une carence en eau et les longues périodes arides font tomber les bourgeons et les fleurs. Les premières fleurs de la tomate de l'expérimentation apparaissent lorsque les températures maximales journalières varient entre 31 et 35,5°C. Or, Carrier (2013) et Naika et *al.* (2005) affirment que les températures très élevées (30 °C et plus) affectent la viabilité du pollen, ce qui causera des problèmes de mise à fruit et de leur qualité ; ces fruits risquent d'être plus petits et présenter une maturation inégale. Dans certains cas, la pollinisation n'est pas assurée due à l'absence d'insectes pollinisateurs, ce qui met en exergue une fois de plus le problème de pollinisation des fleurs des légumes dû au manque de pollinisateurs au niveau de la zone d'étude.

3. 1. 3. Des produits généralement de taille réduite

❖ Pe-tsaï

Le pe-tsaï Chanvre vert (P1) a été récolté 70 jours après semis. Cette variété peut être considérée comme étant mi-précoce ayant un cycle de 65 à 75 jours (Agrosemens, 2014). Au cours de l'expérimentation, il a été considéré une densité de 5 plants/m² pour optimiser le nombre de pieds de pe-tsaï pouvant être récoltés. D'une part, les sols de l'expérimentation ne sont pas les plus favorables à la culture. D'autre part, la forte température provoque la fanaison de certains pieds avant leur maturation. Cette densité relativement élevée limite le développement des pommes de pe-tsaï étant donné l'espace restreint disponible pour chaque plant. A la récolte, les pieds de pe-tsaï présentent des poids et des longueurs différents à cause de la fertilisation. En effet, les terrains ont bénéficié de doses différentes de poudrette de parc au moment du repiquage, en fonction de la possibilité et la décision de chaque exploitant agricole. Par ailleurs, les apports en engrais de la femme mariée sont plus élevés que ceux de l'homme marié et de la femme célibataire. La femme mariée est aidée par son mari lors des apports ; ce dernier la conseille également sur la nécessité d'une importante fertilisation des cultures maraîchères.

Il est à noter que les choux chinois préfèrent les sols riches en matières organiques, frais, humides et bien fertilisés (Pedneault, 2003). La plante a une bonne capacité de développement en jours courts et sous des températures faibles mais elle peut être cultivée toute l'année. Les choux chinois se plaisent mieux dans les pays à climat tempéré que tropical (Gry, 1992).

❖ Courgette

Les dimensions des fruits des deux (02) variétés de courgette ne présentent pas de différence significative. Les fruits dans le cadre de l'expérimentation mesurent en moyenne 15 cm de longueur alors qu'ils sont en général compris entre 18 et 21 cm (Terrentroy, 2005). Cette différence peut être expliquée par la densité de plantation ainsi que la fertilisation. La densité de plantation lors de l'expérimentation est de 6 plants/m². C'est une mesure préventive pour rapprocher les fleurs des différents pieds et favoriser la pollinisation compte tenu de la physiologie de la courgette. Cependant, le surpeuplement cause un stress aux plantes qui donnent

ainsi des fruits peu développés (Masclét, 2017). En effet, les courgettes ont des besoins importants en éléments nutritifs pour le grossissement des fruits (Abatzian et *al.*, 2003). Les courgettes apprécient les sols légers et drainants mais aussi des sols riches en matière organique (Masclét, 2017). Or, aucun apport d'entretien de fumure n'a été effectué, et cela a limité le développement des fruits récoltés. Par ailleurs, pendant la phase de maturation, les fruits de la courgette n'ont pas besoin de beaucoup d'eau. Ce résultat a déjà été évoqué par Abatzian et *al.* (2003). Un taux d'humidité élevé du sol risquerait d'entraîner la pourriture des fruits.

❖ Haricot

D'après les résultats obtenus, les rendements des deux variétés de haricot sont similaires. La forte chaleur et le manque d'eau déjà constatés au moment de la floraison ont compromis le remplissage et la maturation des gousses. Le cycle semis-récolte moyen est de 50 à 60 jours selon Hallouin (2012), contre 62 à 69 jours dans le cadre de l'expérimentation. Le nombre de gousses reste faible et cela peut s'expliquer par le manque d'entretien des plants ainsi que l'attaque des ravageurs se nourrissant des jeunes gousses de haricot. Parallèlement aux entretiens habituels (arrosage et sarclage), le binage, qui est indispensable pour aérer le sol (FAO, 2012) n'a pas été effectué.

❖ Tomate

Les résultats concernant la récolte de la tomate ont montré que la variété *Kadà* (T1) a des fruits plus lourds et un rendement moyen supérieur à celui de la variété *Lavalava* (T2). Les fruits demeurent cependant réduits pour les deux variétés car les plants sont en compétition pour les éléments nutritifs dans un espace restreint. La densité lors de l'expérimentation est de 15 plants/m² pour optimiser le nombre de plants viables jusqu'à la fructification et la récolte. Aussi, la tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. Cependant, la plante s'est adaptée à une grande diversité de conditions climatiques, allant du climat tempéré vers le climat tropical chaud et humide (Mazollier et *al.*, 2008). Les récoltes durant l'expérimentation ont eu lieu 36 à 42 jours après la floraison, 99 à 123 jours après semis. Ces résultats coïncident avec ceux évoqués par Navarrete (1994) pour qui les récoltes ont eu lieu 45 à 55 jours après la floraison, 100 à 120 jours après semis. Parallèlement aux problèmes de dimensions et de maturation des fruits, les conditions climatiques du milieu ainsi que les arrosages irréguliers favorisent également la nécrose apicale des fruits due à un ralentissement de la migration du calcium vers les fruits (Courchinoux, 2008) causée par une alimentation en eau irrégulière.

En somme, il est remarqué qu'à chaque phase, les deux variétés de chaque légume ont des réponses différentes face aux conditions du milieu. Il est observé que le pe-tsaï Chanvre vert, la courgette *Vanga fotsy* (C1) et la tomate *Kadà* (T1) sont mieux adaptées que respectivement Victory F1 (P2), Non coureuse d'Italie (C2) et *Lavalava* (T2). Concernant le haricot, c'est le légume le plus adapté étant donné que les deux variétés considérées ont pu boucler leur cycle et

aboutir à des rendements identiques. Ainsi, la première hypothèse qui stipule que « les variétés sont susceptibles d'influencer la capacité d'adaptation des légumes » est partiellement vérifiée. Elle est valable pour le pe-tsaï, la courgette et la tomate, cependant, l'hypothèse n'est pas vraie pour le haricot.

3. 2. Le facteur genre : les prises de décisions et leur impact sur la production

D'après les résultats, les travaux mobilisés par les trois exploitants agricoles considérés pour les cultures maraîchères sont relativement identiques. Le choix de conduite du maraîchage en termes d'affectation des travaux revient aux responsables des cultures maraîchères.

L'homme marié s'occupe de la préparation des parcelles, du semis de tous les légumes, du traitement du pe-tsaï et du buttage de la courgette. L'homme fait les 3/4 du travail pour le défrichage des parcelles et le reste est fait par les enfants. Par ailleurs, l'homme et les enfants se partagent le travail pour le labour, la fertilisation, le repiquage du pe-tsaï et le démariage de la tomate. Le sarclage est principalement fait par sa femme. L'arrosage est effectué à la fois par l'homme, sa femme et ses enfants. Cependant, les 2/3 du travail sont faits par ces derniers, et la contribution de l'homme dans cette activité est la moins importante comparée à celle de sa femme et ses enfants. Pour l'homme marié, ce sont les enfants qui mobilisent la plus importante quantité de travail.

La femme célibataire effectue seule le repiquage et le traitement du pe-tsaï. Pour le démariage de la tomate, les travaux sont partagés entre la femme et le fils. Concernant le défrichage et le labour des parcelles, la femme fait la moitié du travail effectué par son fils. La préparation des parcelles et tous les semis sont effectués par la femme elle-même. C'est également le cas pour la fertilisation, le sarclage et la plupart des arrosages. Selon InPACT⁴⁹ (2011), les travaux effectués par une seule personne engendrent une charge de travail importante. Alors que le partage des tâches permet de répartir cette charge et les responsabilités, et de gagner en efficacité.

Les travaux concernant le sarclage, le repiquage et le traitement du pe-tsaï sont effectués exclusivement par la femme mariée. Son mari assure le défrichage, le labour des parcelles ainsi que le buttage de la courgette. La femme et son mari s'entraident pour la préparation des parcelles et la fertilisation. Pour l'arrosage, homme, femme et enfants y participent. Cependant, les parts de travail de l'homme et de la femme ont la même importance et sont plus élevées que la part de travail de leurs enfants. Selon Andrianambinina (2003), sur les réalisations des tâches, l'homme aide surtout sa femme quand il y a une abondance de travaux à faire. Pour la femme mariée, le mari travaille autant qu'elle sur les cultures maraîchères.

Concernant la production totale de chaque exploitant, les chiffres affichent des différences. D'une part, la préparation du sol, les semis, le sarclage et le traitement du pe-tsaï sont faits par

⁴⁹ Initiatives Pour une Agriculture Citoyenne et Territoriale

les mêmes actifs au sein des trois ménages. D'autre part, la fertilisation, le repiquage du pe-tsaï et les arrosages sont effectués par différents actifs selon la décision prise par le responsable des cultures maraîchères. Pour les trois exploitants, il est constaté une forte implication des enfants dans le maraîchage. Les jeunes sont plus dynamiques et plus réceptifs aux innovations. Ils jouent un rôle important dans le développement des cultures maraîchères. Selon Andrianambinina (2003), les enfants, à partir de 11 ans, sont déjà initiés aux cultures maraîchères.

Le choix des responsables des cultures maraîchères concernant l'attribution des travaux agricoles a un effet sur la production en termes de quantité. Par ordre décroissant, il y a la production de l'homme marié, de la femme mariée et enfin de la femme célibataire. Outre les travaux du sol, les arrosages nécessitent le plus de travail, or, il a été constaté que les travaux d'entretiens sont le plus souvent affectés aux femmes. Le genre est un des facteurs qui déterminent les pouvoirs et les ressources dont disposent les femmes et les hommes (FAO, 2011b). L'approche genre dans le cadre de cette étude considère non seulement l'homme et la femme dans les activités agricoles mais également leurs responsabilités au niveau de leur ménage et de la société.

En effet, l'homme marié est arrivé à produire plus que les femmes célibataire et mariée car il est aidé par sa femme et ses enfants dans les cultures maraîchères. L'homme s'occupe des grands travaux mais le reste des entretiens est le plus souvent effectué par la femme et les enfants. Ce résultat est confirmé par Razafimahatratra (2016) et Andrianambinina (2003) comme quoi dans les activités agricoles, les hommes sont souvent destinés aux travaux de préparation du sol. Les femmes s'occupent habituellement du semis et de l'arrosage.

Pour la femme célibataire, elle peut faire appel à de l'aide pour le labour, mais il se peut également qu'elle le fasse elle-même faute d'argent pour payer une main-d'œuvre extérieure. Si l'on rapporte ainsi les travaux de champs qu'elle doit entreprendre en tant qu'agriculteur à ses tâches en tant que femme au sein du ménage dont elle est le chef, ses travaux reviennent plus pénibles comparés à ceux de l'homme marié et de la femme mariée. Outre les responsabilités envers l'agriculture, la femme doit s'occuper du ménage en faisant la cuisine, le nettoyage, la recherche de l'eau et l'éducation des enfants. Selon la FAO (2013) : « *les femmes rurales sont responsables au premier plan de l'entretien du ménage. Elles élèvent les enfants, produisent et préparent les aliments* ». Elle doit également recourir à d'autres sources de revenu pour faire vivre sa famille. Selon Ravelombola (2016), les femmes doivent elles-mêmes collecter la matière première (*mahampy*) pour la vannerie, s'occuper de la teinte de cette matière et assurer la vente des produits pour pouvoir acheter les quelques provisions nécessaires.

Pour la femme mariée, les tâches sont les mêmes que celles de la femme célibataire, cependant, le mari contribue également aux travaux ménagers et maraîchers. Selon Razafimahatratra (2016), les hommes assurent la collecte de bois de chauffe, et est plus à l'affût des nouvelles techniques culturales. L'homme s'occupe des travaux des champs de riz et de manioc sur les *tanety* ; et la

femme se charge des cultures maraîchères. Cependant, peu importe le chef de ménage, c'est la femme qui va au marché pour vendre la production à Lompary (Tojonirina Tanjona, 2017). Ces éléments mettent une fois de plus en évidence l'importance des travaux accomplis par la femme célibataire qui est en charge de ces différentes cultures.

Les quantités de travail mobilisé par les trois exploitants agricoles sont similaires. Cependant, leur contribution dans le maraîchage est conditionnée par leurs autres tâches agricoles et ménagères respectives. Le choix des responsables des cultures maraîchères concernant l'affectation des travaux à chaque actif au sein du ménage entraîne différentes productions. Ainsi, la deuxième hypothèse qui stipule que « le facteur genre influe sur la production » est vérifiée.

3. 3. Des productivités de travail diversifiées

Les résultats de l'analyse ont montré que les quantités de travail mobilisé pour les légumes restent sans différence significative. Selon Tsimisanda (2009) et Manguin et Rakotoariny (2012), le maraîchage nécessite beaucoup de main d'œuvre, surtout le labour et les arrosages. Le travail du sol reste identique pour les 4 légumes étant donné que les parcelles ont les mêmes superficies. Le temps consacré à l'arrosage de tous les légumes est identique. Les exploitants agricoles ne connaissent pas les besoins des cultures étant donné qu'ils ne sont pas encore de grands producteurs de légumes. En effet, selon Ravelombola (2016), les exploitants agricoles de la zone d'étude n'affectent qu'une faible superficie pour le maraîchage, en moyenne de 7,8 m² contre 0,01 ha pour la culture continue d'igname. Les quantités de travail nécessaires aux entretiens des 4 légumes demeurent ainsi relativement similaires. C'est à partir de la comparaison de la productivité du travail que les différences sont observées.

La productivité du travail est définie comme étant la production par unité de volume de travail (KILM⁵⁰, 2016). Dans le cadre de l'étude, la productivité du travail, en Ariary/Hj, correspond au produit brut par Hj, c'est-à-dire la valeur monétaire de la production obtenue par Hj.

Le pe-tsaï est le légume qui présente la meilleure productivité du travail avec 1228,27 Ariary/Hj. Ensuite, il y a la tomate avec 424,31 Ariary/Hj. Ces résultats sont identiques à ceux de Laiharinirina (2015) suivant lesquels les légumes feuilles rapportent des revenus plus élevés que les autres spéculations maraîchères.

Concernant la productivité du travail de chaque variété de légume, celle du pe-tsaï Chanvre vert est de 1228,27 Ariary/Hj, la variété Victory F1 n'ayant pas germé. Pour la courgette, la variété *Vanga fotsy* a permis une meilleure productivité que la variété Non coureuse d'Italie, 253,97 Ariary/Hj contre 194,63 Ariary/Hj. Les deux variétés de haricot ont occasionné des productivités similaires, respectivement 165,88 Ariary/Hj et 161,77 Ariary/Hj. Pour la tomate, la variété *Kadà*

⁵⁰ Key Indicators of the Labour Markets

offre une production plus importante que la variété *Lavalava*, rapportant 627,44 Ariary/Hj contre 18,05 Ariary/Hj.

Selon Andriamboavonjy (2010), les cultures maraîchères constituent une opportunité d'amélioration des revenus. Cependant, les productivités du travail des cultures maraîchères restent faibles comparées au revenu de la vente de force de travail (2000 à 3000 Ariary/Hj), étant donné que le contexte considéré dans le cadre de l'étude n'est qu'expérimental. Néanmoins, ces valeurs fournissent des informations sur la tendance selon laquelle une variété ou une spéculacion serait plus avantageuse que d'autres dans la zone.

Le pe-tsaï Chanvre vert, la courgette *Vanga fotsy* et la tomate *Kadà* ont donc des meilleures productivités de travail que leurs autres variétés respectives. Pour le haricot, les deux variétés présentent des productivités semblables. La troisième hypothèse selon laquelle « la productivité du travail d'une variété de légume peut déterminer sa rentabilité » est partiellement vérifiée. Cette hypothèse est valable pour le pe-tsaï, la courgette et la tomate, contrairement au cas du haricot.

3. 4. Limites de l'expérimentation

La mise en place des parcelles ainsi que les premiers semis ont eu lieu un mois avant l'acquisition des matériels pour la collecte des données climatiques, ainsi les températures et la pluviométrie dans le Fokontany de Karimbelo durant le mois d'août n'ont pas été prélevées.

La recherche de terrains pour réaliser l'expérimentation a été difficile. La plupart des exploitants agricoles n'avaient pas de terrains disponibles pour les cultures maraîchères, ou en avaient mais avec des superficies insuffisantes pour l'expérimentation. D'où l'utilisation de parcelles nouvellement défrichées, présentant cependant d'importantes colonies de ravageurs.

La divagation des animaux d'élevage (surtout porcin) dans les parcelles des cultures maraîchères a entraîné la perte de plusieurs plants ou même de tous les plants sur les parcelles concernées (Cf. *Annexe 6*).

La période de plantation du manioc et du riz pluvial coïncide avec celle des cultures maraîchères de l'expérimentation, ce qui entraîne le chevauchement des activités, notamment avec l'arrosage.

Les conditions climatiques du milieu n'étaient pas les optimales pour les cultures maraîchères. Les arrosages sont difficiles car les sources d'eau sont presque tarées à cause de la forte chaleur de l'expérimentation. De plus, il est difficile de sensibiliser la population concernant l'arrosage car c'est une zone humide où il est pleut généralement toute l'année.

Les exploitants agricoles considérés dans le cadre de l'étude ne sont pas représentatifs de la population en général. La taille des ménages et le nombre d'actifs peut varier même pour deux

exploitants ayant un même statut matrimonial. Mais la sélection de ces trois exploitants agricoles permet néanmoins d'avoir une vision globale de tendance concernant les activités de maraîchage.

3. 5. Recommandations et perspectives

Concernant les cultures, il a été constaté que le pe-tsaï Victory F1 (P2) a été un échec chez les trois exploitants agricoles, il est donc recommandé d'opter pour la variété Chanvre vert (P1). La courgette de la variété Non coureuse d'Italie (C2) n'a également pas été productive, et l'on se tourne plutôt vers la variété *Vanga fotsy* (C1). Pour la tomate, la variété *Kadà*, la plus adaptée aux sols et plus résistante à la maladie est préconisée. De même, les parcelles devraient être clôturées pour éviter les dégâts occasionnés par les animaux d'élevages. Pour les sols sans précédent cultural, un labour profond est nécessaire pour que les germes de mauvaises herbes ainsi que les larves des insectes meurent par exposition au soleil et à leurs prédateurs (Labrie et Voynaud, 2013).

Un binage superficiel est à effectuer pour le haricot afin d'aérer le sol et permettre un meilleur développement des racines, et le haricot devrait bénéficier des éléments fertilisants de la culture précédente. Il est également nécessaire de mettre un léger ombrage afin de diminuer la température au moment de la floraison. Pour le pe-tsaï et la tomate, un apport important d'engrais bien décomposé, facilement assimilable pour la plante est nécessaire au moment du repiquage ; il en est de même pour la courgette avant la floraison. Il est aussi recommander d'arroser la courgette au niveau du collet pour éviter l'installation des maladies cryptogamiques⁵¹ (ex : oïdium) mais également pour éviter que le pollen de la fleur ne soit touché par l'humidité qui le rendrait inapte à la pollinisation lors de la floraison alors que la pollinisation de la courgette dans la zone est déjà difficile. Parallèlement, il faudrait passer à la fécondation manuelle des fleurs de la courgette si besoin est. Le procédé se fait en coupant les fleurs mâles ou en y prélevant du pollen et en le transférant sur la fleur femelle. L'apparition et la maturation de fleurs mâles et femelles simultanément est possible par un décalage des semis. Cela augmentera les chances de pollinisation par allogamie. Pour la tomate, un buttage est nécessaire lors de la floraison pour favoriser le développement des poils du collet en racines, alimentant mieux ainsi la plante.

Le développement de l'apiculture via la diminution de la culture sur brûlis serait également bénéfiques non seulement pour les cultures maraîchères mais surtout pour l'écologie du milieu.

Il faudrait caler les cultures maraîchères durant les périodes plus fraîches, plus favorables au développement des légumes. Mais il est également important de pratiquer le maraîchage tout au long de l'année pour en déduire les périodes précises occasionnant les meilleures productions.

⁵¹ maladies causées par des champignons

Des informations sur la production semencière seront également à préconiser afin que les exploitants agricoles puissent perpétuer leurs cultures indépendamment des semences sur les marchés, ainsi que des techniques de compostage pour valoriser les déchets ménagers étant donné que tous les exploitants agricoles ne disposent pas de bétails.

Pour profiter au mieux de tous les nutriments des légumes cultivés, des méthodes de cuisson leur devraient être dispensées. Il faut également renforcer la sensibilisation de la population concernant la consommation de légumes. Le projet NutriHAF a déjà entrepris des activités relatives à ces objectifs, notamment les animations concernant la diversification alimentaire et l'importance de la consommation des fruits et légumes. Des ateliers de préparations culinaires ont également lieu au niveau des villages, avec la participation de tous (hommes, femmes, jeunes).

Les cultures maraîchères peuvent représenter une source de revenu pour l'exploitant agricole, tant pour l'homme marié que pour la femme célibataire et la femme mariée. Les informations et nouvelles connaissances devraient être partagées à tous, tant aux hommes qu'aux femmes et surtout aux jeunes qui sont les futurs agriculteurs, sans pour autant aller à l'encontre des traditions et des us et coutumes de la population.

CONCLUSION

Une expérimentation a été menée au niveau du Fokontany de Karimbelo a permis d'analyser la capacité d'adaptation des différents légumes dans la zone, notamment le pe-tsaï, la courgette, le haricot et la tomate. Deux variétés ont été considérées pour chaque légume. Le pe-tsaï Chanvre vert (P1) s'adapte bien dans la zone contrairement à la variété Victory F1 (P2) qui n'a même pas germé. La courgette *Vanga fotsy* (C1), la tomate *Kadà* (T1) et le haricot *Ran'omby* (H1) et *FOFIFA Vangamena* (H2) sont également bien adaptés. La courgette Non coureuse d'Italie (C2) et la tomate *Lavalava* (T2) ont eu du mal à faire face au climat et aux ennemis de culture.

L'étude a pris en compte le facteur genre en considérant un homme marié, une femme célibataire et une femme mariée comme premier responsable et centre de décision sur la conduite du maraîchage. Les quantités de travail mobilisé par ces trois exploitants agricoles sont les mêmes. Cependant, l'affectation des travaux a ressorti que les enfants effectuent une part de travail importante concernant les cultures maraîchères pour l'homme marié. Pour la femme célibataire, elle assure généralement la majorité des travaux, tandis que la femme mariée partage les activités maraîchères avec son conjoint.

L'analyse sur la productivité du travail des légumes a montré que les légumes nécessitent une quantité de travail importante. Cependant, la production et le revenu issu de ces légumes peuvent varier suivant les variétés de légumes et suivant les exploitants agricoles.

Il est nécessaire de continuer le maraîchage pour en déduire un calendrier cultural adapté et ainsi optimiser les rendements des légumes. Les exploitants agricoles devraient également bénéficier de formations sur la production semencière et l'importance de la sauvegarde de l'écologie du milieu.

On peut admettre que le principal objectif du projet NutriHAF a été atteint à la fin de l'expérimentation car les cultures maraîchères ont contribué à la diversification de l'alimentation des exploitants agricoles. Le maraîchage est une activité qui convient à tous, avec les connaissances adéquates. Les us et coutumes et l'attachement aux traditions persistent dans le Fokontany de Karimbelo, mais cela ne devrait en aucun cas freiner la considération des femmes et leur participation active dans les divers projets qui leur aident à s'émanciper et les font contribuer à l'amélioration de leur ménage. De même, la considération des jeunes est de mise car ils sont les agriculteurs de demain, responsables du développement des cultures maraîchères dans la zone d'étude et du développement la communauté entière.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Abatzian V., Lizot J.F., Collin F. et Brun L., 2003. Produire des semences de semences de courgette dans un itinéraire Agrobiologique. 4 p.
2. AFD, 2015. L'essentiel sur les enjeux de genre et de développement. 35p.
3. Agrosemens, 2014. Catalogue professionnel. 100 p.
4. Alfa Mananirina H. D., 2015. Contribution à la valorisation de *Tacca leontopetaloides* comme éthanol combustible. Mémoire de fin d'études en vue d'obtention du Diplôme d'Etudes Approfondies en Chimie appliquée à l'Industrie et à l'Environnement, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo. 101 p.
5. Andriamanantsoa L. S., 2017. Essais de diversification des cultures maraîchères : courgette, haricot et pe-tsaï. Cas du Fokontany Ankarimbelo, Commune rurale de Mahabo-Mananivo, District de Farafangana. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome au grade Master II, Mention Agriculture Tropicale et Développement Durable, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 101 p.
6. Andriamboavonjy N. F., 2010. Evaluation de la culture maraîchère dans la ville de Tamatave, à travers la technique Mittleider adoptée par l'unité SAF/Toamasina. Mémoire en vue de l'obtention de la licence professionnelle en travail social et développement, Département de Sociologie, Université d'Antananarivo. 78 p.
7. Andriamiharisoa M. L., 2017. La commercialisation de la production agricole : cas de Madagascar. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Maîtrise en Sciences Économiques : Option : Macroéconomie et Modélisation, Faculté de Droit, d'Economie, de Gestion et de Sociologie, Université d'Antananarivo. 55 p.
8. Andrianambinina S. A., 2003. Analyse d'impacts socio-économiques de la culture maraîchère dans la zone d'intervention du projet de mise en valeur du haut bassin du Mandrare. Mémoire de maîtrise es Sciences Economiques, Département d'Economie, Université de Toamasina. 117 p.
9. Andriatiana S. F., 2011. Approche genre et développement : pour une égalité homme/femme pour le développement. Mémoire pour l'obtention du diplôme de maîtrise es-Sciences économiques, Option Développement, Faculté de Droit, d'Economie, de Gestion et de Sociologie Antananarivo. 51p.

10. Banque Nationale de Développement Agricole (BNDA), 2015. Fiche technique maraîchage. 3 p.
11. Binaté F.N., 2016. Intégrer le genre dans les stratégies de développement du riz. 26p.
12. Bouharmont J., 1994. Chapitre 13: Création variétale et amélioration des plantes. Partie IV : Bases agronomiques de la production végétale. Université catholique de Louvain, Belgique. pp : 311-518.
13. Buddenhagen I. Kelman A., 1964. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Annu Rev Phytopathol 2 : 203-230.
14. Carrier A., 2013. Maintenir la qualité des tomates en été : un défi! 6 p.
15. Chabalier P. F., 2006. Vers de terre. Chapitre 3 : la fraction biologique du sol. pp : 35-52.
16. Chesneau T., 2015. Maladies et ravageurs des cultures légumières à Mayotte. 32 p.
17. Courchinoux J.P., 2008. La culture de la tomate. 8 p.
18. Djebi I., Koffi K., Baudoin J. P., Zoro Bi I. A., 2011. Effet de la saison de culture et de la densité des plants sur les adventices et la production de la cucurbitée oléagineuse *Citrullus lanatus* (Thunberg) Matsum. et Naika (Cucurbitaceae). Science et Nature, Vol. 8, N°1 : 85 – 93.
19. Djidji A. H., Zohouri G. P., Fondio L., Nzi J. C., Kouame N. C., 2010. Effet de l’abri sur le comportement de la tomate (*Solanum lycoopersicum L.*) en saison pluvieuse dans le Sud de la Côte d’Ivoire in Journal of Applied Biosciences 25 : 1557 - 1564.
20. Espagnacq L., 2008. La courgette en Agriculture biologique. 2 p.
21. FAO, 2016. Echelle de l’insécurité alimentaire basée sur les expériences. 19 p.
22. FAO, 2013. Recherches sur le genre et les changements climatiques dans l’agriculture et la sécurité alimentaire pour le développement rural. Deuxième édition. 164 p.
23. FAO, 2012. La culture du haricot nain au Sénégal-RADHORT. 40 p.
24. FAO, 2011a. La nutrition dans les Pays En Développement.
25. FAO, 2011b. La situation mondiale de l’alimentation et de l’agriculture 2010-2011. Le rôle des femmes dans l’agriculture : Combler le fossé entre les hommes et les femmes, pour soutenir le développement.
26. FAO, 2008. Introduction aux concepts de la sécurité alimentaire. 4 p.

27. FAO et PAM, 2013. Evaluation de la sécurité alimentaire à Madagascar. 75 p.
28. Garcia J., 2008. Courgette et concombre en plein champ. 6 p.
29. GIZ, 2014. Genre et sécurité alimentaire et nutritionnelle. 4p.
30. Gricourt O, 2005. Présentation des essais sur légume asiatiques. 33 p.
31. Gry L., 1992. Rentrons dans l'univers des choux. 13 p.
32. Guegan J., Pepin A., Penot E. et Razafimandinby S., 2009. Diversité des exploitations agricoles et place du riz pluvial dans le Sud-Est de Madagascar. 35 p.
33. Hallouin I., 2012. Tout savoir sur la culture du Haricot sous abris et en plein champ. 16 p.
34. Heinz, 2013. Tout sur les tomates. 4 p.
35. Initiatives Pour une Agriculture Citoyenne et Territoriale (InPACT), 2011. Fiche 2 : Temps de travail sur l'exploitation : de la production à la commercialisation. 2 p.
36. Key Indicators of the Labour Markets (KLIM), 2016. La productivité du travail. pp : 157 – 161.
37. Labrie G. et Voynaud L., 2013. Guide des ravageurs de sol en grande culture. 178 p.
38. Laiharinirina J., 2015. Analyse de la performance relative entre les spéculations maraîchères intégrées à l'échelle paysanne. Cas de la Commune rurale de Fotadrevo, District d'Ampanihy, Région Atsimo Andrefana. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur Agronome, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 109 p.
39. Latham M.C., 1979. Nutrition humaine en Afrique Tropicale. FAO, Rome. 272 p.
40. Lebeau A., 2000. Résistance de la tomate, l'aubergine et le piment à *Ralstonia solanacearum* : interactions entre les gènes de résistance et la diversité bactérienne, caractérisation et cartographie des facteurs génétiques impliqués chez l'aubergine. Thèse pour obtenir le diplôme de Doctorat, Discipline : Sciences, Université de La Réunion. 226 p.
41. Manguin S. et Rakotonirainy N., 2012. Etude de la filière légumes sur les Hautes terres de Madagascar. 84 p.
42. Masclet J.P., 2017. La question de développement-la courge. 3 p.

43. Mazollier C., Sassi A., Gaspari C. et Fradin J., 2008. Tomate en plein champ en agriculture biologique : optimisation de l'irrigation. 9 p.

44. Melda L., 2011. La mise en place d'une société de culture maraîchère dénommée « TSARA LEGUME » dans le district d'Antalaha Région SAVA. Mémoire de maîtrise ès science de gestion. Département de Gestion, Faculté de Droit, de Sciences Economiques et de Gestion, Université de Toamasina. 128 p.

45. Menandroby J. A. E., 2011. Contribution au développement des cultures maraîchères en été dans les communes périphériques de Toamasina, Madagascar. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome, Département Agriculture, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 85 p.

46. Naika S., Van Lidt de Jeude J., De Goffau M., Hilmi M. et Van Dam B., 2006. La culture de la tomate: production, transformation et commercialisation. Agrodok 17. 125 p.

47. Naika S., Van Lidt de Jeude J., De Goffau M., Hilmi M. et Van Dam B., 2005. La culture des tomates : production, transformation et commercialisation. 106 p.

48. Navarrete M., 1994. Hétérogénéité dans les populations de tomate sous serre et répercussions sur la conduite technique : Effets de l'hétérogénéité sur la production de tomate. Agronomie, EDP Sciences. pp : 649-660.

49. Nomo Zibi P., 2006. Approche genre : une approche pour un développement équitable H/F durable. Colloque IREF / Relais femmes. 5 p.

50. PAM Madagascar, 2007. Evaluation rapide de la sécurité alimentaire, Régions de Diana, Sofia, Atsimo Atsinanana, Vatovavy Fitovinany. En collaboration avec BNGRC et SIRSA. 72 p.

51. Pedneault A., 2003. La feuille de chou. 4 p.

52. Poussier S., 2000. Exploration de la diversité génétique de *Ralstonia solanacearum*, agent du flétrissement bactérien. Détection et dynamique des populations dans les réservoirs d'inoculum. Thèse pour obtenir le grade de Docteur, Mention : Biologie. Université Rennes. 317 p.

53. Projet LOKAL, 2008. Méthodologie de planification participative. 148 p.

54. Prior P., Beramis M., Clairon M., Quiqampoix H, Robert C. et Schmit J., 1993. Contribution to integrated control against bacterial wilt in different pedoclimatic situations : Guadeloupe experiments. In: Hayward AC, Hartman GL (eds) Bacterial wilt : The disease and

its causative agent, *Pseudomonas solanacearum*. CAB International, Wallingford, UK. pp 209-223.

55. Ramanandraibe J. P., 2000. Etude de la filière haricot grain (*Phaseolus vulgaris* L.) dans la région du Moyen Onilahy (Sud- Ouest de Madagascar) en vue de la mise en place d'un service de courtage. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur, Département : Agro-Management, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 122 p.

56. Ramiaranjatovo I. G., 2017. Valorisation des ressources naturelles pour une production biologique de courgettes, Cas d'Ankarimbelo, Commune rurale de Mahabo-Mananivo, District de Farafangana. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome au grade Master II, Mention Agriculture Tropicale et Développement Durable, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 98 p.

57. Ramilisoa M. J., 2006. Genre et développement rural dans le district de Farafangana, Région Atsimo Atsinanana. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du : Diplôme d'Etudes Approfondies en Agro-Management, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 74 p.

58. Ranaivoson T. A. A., 2016. Utilisations et gestion de la biodiversité par les ménages ruraux et place de l'horticulture dans la diversification alimentaire. Cas d'Ankarimbelo, commune rurale de Mahabo-Mananivo, district de Farafangana. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention d'un diplôme d'Ingénieur Agronome au grade de Master II, Mention Agriculture Tropicale et Développement Durable, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 79 p.

59. Ravelombola S. F., 2016. Relations entre systèmes de production et habitudes alimentaires en vue d'améliorer les cultures maraîchères et fruitières selon l'approche genre. Cas d'Ankarimbelo commune rurale de Mahabo-Mananivo, District de Farafangana. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention d'un diplôme d'Ingénieur Agronome au grade de Master II, Mention Agriculture Tropicale et Développement Durable, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 124 p.

60. Raveneau M.P., Coste F., Moreau-Valancogne P., Crozat Y. et Dürr C., 2014. Analyse de la germination-levée de deux légumineuses (pois - haricot) : intérêts et complémentarités des approches expérimentales et numériques in Innovations Agronomiques 35. pp : 1-11.

61. Razafimahatratra S., 2016. Relations entre systèmes de production et habitudes alimentaires selon l'approche genre. Cas d'Analameloka, Commune rurale Ankarana, District de Farafangana. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention d'un diplôme d'Ingénieur

Agronome au grade de Master II, Mention Agriculture Tropicale et Développement Durable, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 127 p.

62. Regragui A., Bourous S., Moustabchir D., Doumi H., Hafid C. et Ousaidan A., 2004. Atelier de formation sur L'Approche participative : «Méthodes et Outils». 22 p.

63. Réseau GAB/FRAB, 2009. Fruits et légumes. Courgette-*Cucurbita pepo*-Cucurbitacées. Fiche N°13. 2 p.

64. Site de l'Association Adéquations, 2016. Définitions de l'approche de genre et genre & développement. Egalité femmes-hommes - Egalité et approche de genre. 11 p.

65. Tayeb A. et Etienne P., 1994. Agronomie moderne « Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale ». 543 p.

66. Tayeb A., 2013. Croissance et développement des plantes cultivées. 192 p.

67. Terrentroy A., 2005. Courgette de printemps sous abri en sol-Fiche culturale. 7 p.

68. Tojonirina Tanjona N., 2017. Essais de diversification des cultures maraîchères : cas du pe-tsai, du haricot et de la courgette, dans le village d'Analameloka, Fokontany Manombo, Commune d'Ankarana-Miraihina, Région Sud-Est. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention d'un diplôme d'Ingénieur Agronome au grade de Master II, Mention Agriculture Tropicale et Développement Durable, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 94 p.

69. Tolojanahary S. S., 2017. Analyse de la chaîne de valeur de tomate fraîche dans le district de Farafangana. Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur Agronome au grade Master II, Mention Agriculture Tropicale et Développement Durable, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo. 132 p.

70. Tsimisanda H M, 2009. Diagnostic et plan de développement de la filière maraîchère dans la Région Analamanga. 170 p.

71. VPEI, 2010. Rapport de mise en œuvre des Priorités Régionales. 152 p.

www.ciqua.anses.fr

www.prota.org

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Description du projet NutriHAF	III
Annexe 2 : Fiche technique de chaque spéculation	VI
Annexe 3 : Pluviométrie et température moyennes de la Région Atsimo-Atsinanana pendant 4 quinquennats de 1995 à 2014	XIV
Annexe 4 : Relevés des données climatiques durant l'expérimentation	XV
Annexe 5 : Tableaux statistiques	XVII
Annexe 6 : Galerie photos	XXIX

ANNEXES

Annexe 1 : Description du projet NutriHAF

NutriHAF-Africa : « Diversifying agriculture for balanced nutrition through fruits and vegetables in multi-storey cropping systems in Ethiopia and Madagascar »

The proposed research and capacity building project explores and integrates appropriate fruit and vegetable crops into multi-storey cropping systems to increase nutrition security, diversify and intensify agriculture and thereby reduce pressure on natural habitats in biodiversity hotspots. Thus it addresses the objectives of the call, to “contribute with research and development to improving the nutritional status of people in SSA through increased diversification of the (nutritious) food supply and at the same time to increase the actual consumption of improved nutritious food as well as well-balanced diets”.

The research will enable poor male and female smallholders to sustainably increase their agricultural productivity and species diversity by integrating fruits and vegetables into existing multi-storey cropping systems. This is achieved by strengthening the knowledge of appropriate fruits and vegetables for multi-storey cropping systems (at farm, community, extension and research level) and by improving knowledge on food behavior, adoption constraints including norms, institutions and gender issues. Capacity building will increase the awareness and knowledge of male and female farmers, consumers and decision makers about balanced diets, nutritional values of different foods, fruit and vegetable production and processing, as well as of food preparation and food quality.

The research results will be analyzed and processed to serve as a generic approach that can be extrapolated to similar regions and areas in Africa, supported by practical information material and checklists for appropriate(indigenous and other) fruits and vegetables in multi-storey cropping systems, guidelines how to best introduce nutrition-sensitive agricultural innovations, and the generation of scientifically sound research results with at least six published high-quality peer-reviewed articles. With the lessons learned this project will also target policy makers and contribute to the development of holistic approaches and implementation strategies for a sustainable, nutrition-sensitive and diversified agriculture. This project will be aligned to African national and regional strategies addressing malnutrition through multi-sectoral approaches, like the Comprehensive African Agriculture Development Program (CAADP) process and the Scaling Up Nutrition (SUN) movement. The interactions between poverty, nutrition, biodiversity and extreme habitat loss are highly complex and require actions that integrate food and nutrition security with attempts to preserve biodiversity: In Ethiopia and Madagascar a majority of the population does not have access to sufficient food and is affected by micronutrient deficiencies. Madagascar and parts of Ethiopia are both located within biodiversity hotspots which encompass a high natural species and endemism richness but are at the same time particularly threatened by human activities. Both countries have set in place conservation planning initiatives by establishing so-called biosphere reserves, which allow the sustainable use of natural resources in

some areas (the so-called transition and buffer zones) while putting other areas under full protection. As an integrative component of pro-active sustainable management schemes around and even within protected areas, multi-storey cropping systems have shown to be particularly apt as they partially imitate the natural storey system of forests. Thereby, they provide a corridor linking natural habitats and reducing pressures on the protected areas, while diversifying the production systems, building up resilience to adverse climate change effects and producing stable yields. These production systems are often attractive to poor producers, especially where no major short- and long-term capital investments are needed; moreover, they can provide important sources of food and income, with particularly indigenous species providing a great potential for commercialization. Even though many agricultural development interventions, including home gardening, mixed garden and livestock production or cash cropping have increased the volume of food produced, they have not necessarily led to improvements in the nutritional status of the target population. In contrast, more bio-diverse agricultural systems, which, in addition to the common staple crops, include fruits and vegetables, pulses, root and tuber crops, can provide the means for a balanced diet and environmental resilience besides improving the efficiency and productivity of a given area. Although higher biodiversity in the field does not necessarily lead to higher diversity on the plate, this tends to be the case in areas with limited market access. Furthermore, studies have shown that the micronutrient density in African indigenous vegetables is often extremely high, thus contributing even more to a nutrient-rich diet. Studies also showed that dietary diversity is associated with the nutritional status of children and child growth. Also the links between socioeconomic factors and nutrition outcomes are well known.

Gender issues are particularly important for the success of nutrition-related agricultural interventions because of the specific roles and responsibilities of women and men in the production systems and value chains. In Africa, there are wide gender disparities in regard to the ownership and management of land, trees and other natural resources. Certain crops, trees, or parts of them, or necessary management activities are often specifically attributed to women or men. For example, women are attracted to indigenous vegetables and fruit crops because they often require less inputs, especially labor, and the derived benefits in terms of food, fuel wood and fodder enable women to fulfil their role in the household. It has been shown that interventions that narrowly focus on agricultural innovations while neglecting the role of women and men in these production systems can have unintended effects like malnourishment, anaemia or morbidity of children and an unequal distribution of benefits.






Introducing and intensifying fruit and vegetable production into multi-storey cropping systems can thus be one solution to improve human nutrition of smallholder families and increase land efficiency in areas where additional land for agricultural expansion is not an option – like in biodiversity hotspots and in the neighborhood of biosphere reserves. Although multi-storey cropping systems can be highly productive, issues of resource competition, such as shading of

understoreycrops, competition for nutrients and water etc., may affect productivity, especially when it comes to integrating fruits and vegetables into existing multi-storey cropping systems. There has been some evidence of indigenous vegetable production in multi-storey systems in Africa, however, these systems are disappearing due to structural changes in farming systems and climatic conditions. The introduction of modern vegetables has also contributed to this change. Not all vegetables are suitable for a multi-storey cropping system and research results from one site can often not be easily transferred to other regions without adaptive research activities. However, there are some promising examples from Asia which focus on the integration of trees into intensive vegetable farming systems or home-gardens. Experiences from farmers in highly populated areas in Bangladesh show large yield increases on small plots using a multi-storey cropping system with vegetables in the lowest layer. Yet, to date, little knowledge transfer has happened from the vegetable-agroforestry systems in Asia to Africa

Research on nutrition-sensitive production systems mainly focuses on descriptions of agroforestry and home-garden systems, its species composition and environmental or socio-economic benefits. A literature review indicated that so far few studies address fruit and vegetable production in multi-storey cropping or agroforestry systems. Likewise, the local knowledge around indigenous fruit and vegetable production in African multi-storey systems is barely documented and the nutritional value of indigenous crops is often unknown. Specific knowledge on how individual access, ownership and control over land, trees and crops affect the household's adoption of technologies and crops in multi-storey cropping systems is missing. Differences in ownership and access to resources could even lead to different cropping systems being of interest to women and men. Another question is how gender roles affect the adoption of multi-storey cropping systems, fruits and vegetables and which benefits specifically women derive from these systems in comparison to other production systems.

Apart from research gaps, there are also implementation gaps, for example regarding capacity building among women in agroforestry systems with men participating in many more agricultural extension activities than women due to a commonly found bias of extension agents against women and socio-cultural barriers. This calls for gender-sensitive capacity building initiatives in the context of nutrition sensitive agriculture. Appropriate food preparation is another area where more capacity building is urgently needed. Some plant-based micronutrients, such as iron, have a low bioavailability in certain food preparations and combinations; however many people lack the necessary knowledge about these complex nutrient interactions.

Annexe 2 : Fiche technique de chaque spéculation

<div><div>FICHE</div><div>TECHNIQUE</div></div>		<div></div> <div><div>Supported by:</div><div><div>Federal Ministry for Economic Affairs and Energy</div></div><div>on the basis of a decision by the German Bundestag</div></div>
	<div>PE-TSAÏ</div> <div>Brassicacées</div>	
	Nom scientifique :	Brassica rapa chinensis
	Nom commun :	Chou chinois
	Nom local :	Pe-tsaï
	Variétés :	Chanvre vert et Victory F1 à pomme serrée
GENERALITES		
Exigences édaphiques	<div>- sols limoneux ou sablo-limoneux, frais et bien drainant, riche en matière organique</div> <div>- sols maraîchers</div>	
Exigences climatiques	<div>- température ne dépassant pas 32°C</div> <div>- semer en février-mars mais également de août à décembre.</div> <div>- semis normal se situe d'avril à juillet</div>	
Saison de culture	<div>- toute l'année si bonne source d'eau à proximité,</div> <div>- meilleure production en saison fraîche</div>	
Conduite de culture	<div>- durée en pépinière : 3 à 4 semaines</div>	
PLANTATION		
Préparation du sol	<div>- labour superficielle de 10 à 15 cm de profondeur</div> <div>- bien affiner le sol</div>	
Semis	<div>- semis en lignes espacées de 15 cm</div> <div>- enlever la paille dès la levée (4-5 jours)</div>	
Fertilisation	<div>- fumure organique : enfouir 1,5 kg/m² de poudrette de parc ou du compost bien décomposé.</div>	

Repiquage	<ul style="list-style-type: none"> - repiquer au stade de 4-6 feuilles (hauteur 5 cm) en quinconce ou en ligne écartée de 40 cm ou densité de plantation 25*25 cm - arroser la pépinière une heure avant arrachage - habiller le plant (raccourcir les feuilles du tiers et la racine de la moitié) - enterrer le plant jusqu'au collet - bien tasser la terre au pied - arroser et installer un ombrage provisoire - repiquer en fin d'après midi
Entretiens	<ul style="list-style-type: none"> - arroser régulièrement en période sèche - éviter d'arroser les feuilles - sarcler et biner régulièrement toutes les 2 semaines
RECOLTE ET RENDEMENT	
Récolte	<ul style="list-style-type: none"> - se fait 45 jours après semis - récolter au fur et à mesure des besoins pendant 45 jours, - sectionner la racine juste sous le collet
Rendement	- varie entre 0.8 et 2 T/ha
MALADIES ET RAVAGEURS	
Maladies	<ul style="list-style-type: none"> - Alternariose, Rouille Blanche - Lutte : Eviter les parcelles mal ventilées, enfouir profondément ou détruire les résidus de récolte
Ravageurs	<ul style="list-style-type: none"> - Vers Gris (Lépidoptère) - Lutte : semences saines, destruction des résidus de cultures infestées durant le mois suivant le repiquage, culture sous abri.
NB : installation de clôture obligatoire	

FICHE

TECHNIQUE



Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



COURGETTE

Cucurbitacées

Nom scientifique :	<i>Cucurbita pepo</i>
Nom commun :	Courgette
Nom local :	Korizety
Variétés :	Vanga fotsy, Non coureuse d'Italie

GENERALITES

Exigences édaphiques	<ul style="list-style-type: none">- sol profond, frais, assez léger- riche en matière organique, meuble et bien drainé,- pas trop sec ni trop humide, ni pauvre- pH entre 5,5 et 6,8
Exigences climatiques	<ul style="list-style-type: none">- température optimale pour la croissance végétative : 20- 22 °C ; pour la période de production : 20- 25 °C- arrêt de la croissance si T < 10 °C- exigeante en lumière- besoin en eau : 300-500 mm durant le cycle, associé à une hygrométrie de 80 % maximale
Saison de culture	<ul style="list-style-type: none">- toute l'année si bonne source d'eau à proximité,- meilleure production en saison fraîche
Conduite de culture	<ul style="list-style-type: none">- semis direct en poquet

PLANTATION

Préparation du sol	<ul style="list-style-type: none">- labour de 25 à 30 cm de profondeur- bien affiner le sol- confection des poquets de 10cm de profondeur
Semis	<ul style="list-style-type: none">- en poquet de 2 à 3 graines espacées de 25 cm sur la ligne et entre les lignes de poquets- profondeur de semis : 2 à 4 cm, levée a lieu 5 à 7 jours après semis

Fertilisation	<ul style="list-style-type: none"> - fumure de fond : lors de la confection des trous de semis, 300-400 kg/are - fumure d'entretien : 30 à 40 kg/are de fumier au stade début floraison - utiliser de fumier bien décomposé
Entretiens	<ul style="list-style-type: none"> - pailler en saison sèche pour garder l'humidité - arroser 2 fois par jour - au stade de 4 feuilles, ne conserver qu'un ou deux plants par poquet - fréquents sarclages (manuelles) - 2-3 binages et 2-3 buttages
RECOLTE ET RENDEMENT	
Récolte	<ul style="list-style-type: none"> - avant la maturité complète - 60 à 90 jours après semis avec 4 récoltes espacés d'une semaine
Rendement	15-20 T/ha
MALADIES ET RAVAGEURS	
Maladies	<ul style="list-style-type: none"> - Oidium, Mildiou, Anthracnose, Virose (ZYMV) - Lutte : Pratique de rotations culturales, élimination des résidus de récoltes, arracher les plants atteints dès que les symptômes se manifestent, éviter de cultiver à côté d'une parcelle déjà infestée
Ravageurs	<ul style="list-style-type: none"> - Mouche de Semis (Diptères), Pucerons, Chenilles vertes - Lutte : utiliser de la poudrette de parc bien décomposée ou du compost, rotation culturale, désherber les abords de la parcelle
NB : installation de clôture obligatoire	

FICHE

TECHNIQUE



Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



HARICOT COMMUN

Légumineuses

Nom scientifique :	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Nom commun :	Haricot
Nom local :	Tsaramaso
Variétés :	CAL 98 et UBR (91) 45-1

GENERALITES

Exigences édaphiques	- sols légers, profonds et sains, légèrement acides, - pH variant de 6 à 6,8
Exigences climatiques	- température optimale pour la croissance végétative : 22-25 °C - arrêt de la croissance si T < 10 °C - exigeante en lumière - besoin en eau : 350-500 mm durant le cycle, associé à une faible humidité relative
Saison de culture	- toute l'année si bonne source d'eau à proximité, - meilleure production en saison fraîche
Conduite de culture	- semis direct en poquet

PLANTATION

Préparation du sol	- labour de 20 à 25 cm de profondeur - bien affiner le sol - confection des poquets de 5-10cm de profondeur
Semis	- en poquet de 2 à 3 graines espacées de 20 cm sur la ligne et entre les lignes de poquets - profondeur de semis : 2 à 4 cm, levée a lieu 5 à 7 jours après semis
Fertilisation	- fumure de fond : lors de la confection des trous de semis, 100 kg/are - fumure d'entretien : 40 à 50 kg/are de fumier au stade début floraison - utiliser de fumier bien décomposé

Entretiens	<ul style="list-style-type: none"> - pailler en saison sèche pour garder l'humidité - arroser 2 fois par jour - 2 sarclages et 1 buttage (manuels)
RECOLTE ET RENDEMENT	
Récolte	<ul style="list-style-type: none"> - haricots frais : à la maturité (jaunissement des feuilles et des gousses) - haricotes secs : laisser sur la parcelle jusqu'à sa maturité maximale (la plante se dessèche), puis séchage au soleil des gousses mures
Rendement	- varie entre 0.8 et 2 T/ha
MALADIES ET RAVAGEURS	
Maladies	<ul style="list-style-type: none"> - Anthracnose, alternariose, rouille et fonte de semis - Lutte : Pratique de rotations culturales avec des graminées, élimination des résidus de récoltes
Ravageurs	<ul style="list-style-type: none"> - Chenilles du haricot (<i>Plutella</i> sp.), <i>Anoplocnemis madagascariensis</i>, - Lutte : utilisé de la poudrette de parcs bien décomposée ou du compost, rotation culturale longue, éviter l'association avec du maïs
NB : installation de clôture obligatoire	

FICHE

TECHNIQUE



Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

on the basis of a decision
by the German Bundestag



TOMATE

Solanacées

Nom scientifique :	<i>Lycopersicon esculentum</i>
Nom commun :	Tomate
Nom local :	Tomatesy
Variétés :	Kadà (fruit rond) et Roma (fruit allongé)

GENERALITES

Exigences édaphiques	<ul style="list-style-type: none">- sols riches en matières organiques et minérales- craint les sols lourds asphyxiants
Exigences climatiques	<ul style="list-style-type: none">- température optimale : 23-25 °C- température minimale de 15 à 18°C, craint l'excès de chaleur et/ou d'humidité- Semis: conseillé : août à octobre ; normal : avril-mai et novembre
Saison de culture	<ul style="list-style-type: none">- toute l'année si bonne source d'eau à proximité,- meilleure production en saison fraîche
Conduite de culture	<ul style="list-style-type: none">- semis direct en lignes espacées de 20cm

PLANTATION

Préparation du sol	<ul style="list-style-type: none">- labour moyen : 15 à 20 cm de profondeur- bien affiner et aplanir le sol- éviter l'excès d'humidité (mise en place d'un système de drainage si nécessaire)
Semis	<ul style="list-style-type: none">- utiliser des semences saines/fraîches d'origine garantie- semer 2 à 5g de semences pour 1 are de plantation à espace régulière- profondeur : 1 cm- recouvrir légèrement de poudre de fumier ou de terreau fin

Fertilisation	<ul style="list-style-type: none"> - fumure de fond : 40 kg de fumier bien décomposée soit une brouette pleine pour 10 m² - fumure d'entretien : 30 à 40 kg/are de poudrette de parc au stade début floraison
Démariage	<ul style="list-style-type: none"> - au stade de 5 feuilles, - 30 à 45 jours après semis
Entretiens	<ul style="list-style-type: none"> - arroser régulièrement en période sèche - éviter d'arroser les feuilles - 2 sarclo-binage - élagage (ou effeuillage) : enlever les feuilles âgées et les tiges au bas du plant au début de la maturité du premier bouquet et jusqu'au début de floraison - tuteurage : mettre un tuteur de 1 à 1,8m à une distance de 5-10cm du plant
RECOLTE ET RENDEMENT	
Récolte	<ul style="list-style-type: none"> - se fait 45 jours après semis - récolter au fur et à mesure des besoins - la récolte faite avant la maturité complète allonge la durée de conservation jusqu'à 5 jours
Rendement	- varie de 10 à 15 T/ha
MALADIES ET RAVAGEURS	
Maladies	<ul style="list-style-type: none"> - Flétrissement bactérien, Mildiou, Alternariose, Nécrose apicale - Lutte : rotation (éviter la même famille Solanacées : pomme de terre, aubergine, ...), utiliser des semences saines, des piquets et des supports sains, apport important de matière organique, correction du pH acide du sol par des amendements, arrosage modéré
Ravageurs	<ul style="list-style-type: none"> - Pucerons - Lutte : respecter une durée de rotation tenant compte de la dernière culture de tomate ou des précédents culturaux, ady gasy à base de taretra, fougère ou neem
NB : installation de clôture obligatoire	

Annexe 3 : Pluviométrie et température moyennes de la Région Atsimo-Atsinanana pendant 4 quinquennats de 1995 à 2014

Température												
	juil	aout	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin
1995-1999	20,09	19,93	20,33	22,78	23,78	25,28	25,99	26,09	25,32	23,94	21,66	20,26
2000-2004	20,54	19,99	20,64	21,66	24,07	24,79	25,61	25,55	24,94	23,93	22,33	20,18
2005-2009	20,35	20,28	21,01	22,64	24,58	24,58	26,31	26,2	26,41	26,17	22,59	20,17
2010-2014	24,18	24,32	24,26	23,7	22,79	22,79	21,59	21,69	22,96	23,59	24,48	24,83
maximum	24,18	24,32	24,26	23,7	24,58	25,28	26,31	26,09	26,41	26,17	24,48	24,83
minimum	20,09	19,93	20,33	21,66	22,79	22,79	21,59	21,69	22,96	23,59	21,66	20,17
Moyenne	21,29	21,13	21,56	22,70	23,81	24,36	24,88	24,88	24,91	24,41	22,77	21,36
Pluviométrie												
	juil	aout	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin
1995-1999	189,8	129,7	90,4	132,3	129,4	255	189,8	129,7	90,4	132,3	129,4	255
2000-2004	265,08	108,62	67,73	104,37	62,8	191,53	330,1	214,62	311,67	223,18	256,78	231,38
2005-2009	163,01	88,07	89,82	65,03	108,6	131,77	247,62	309,62	361,66	208,23	186,75	148,98
2010-2014	79,52	78,03	54,52	49,12	78,65	112,75	264,42	214	272,33	157,97	120,16	83,73
maximum	265,08	108,62	90,4	132,3	129,4	255	330,1	309,62	361,66	223,18	256,78	255
minimum	79,52	78,03	54,52	4,12	62,8	112,75	189,8	129,7	90,4	132,3	120,16	83,73
Moyenne	174,35	101,11	75,62	87,71	94,86	172,76	257,99	216,99	259,02	180,42	173,27	179,77

Source : Station météorologique de Farafangana

Annexe 4 : Relevés des données climatiques durant l'expérimentation

Date	T° max (°C)	T° min (°C)	T° moyenne (°C)	Pluviométrie (mm)	Date	T° max (°C)	T° min (°C)	T° moyenne (°C)	Pluviométrie (mm)
06-09-17	19,8	27,5	23,65	0,4	02-10-17	20,6	31,3	25,95	0
07-09-17	21	29,1	25,05	3	03-10-17	21,3	32,1	26,7	0
08-09-17	20	29,4	24,7	0	04-10-17	21,5	31,1	26,3	6,5
09-09-17	19,6	30,1	24,85	0	05-10-17	20,7	33	26,85	0
10-09-17	19,7	29,9	24,8	0	06-10-17	20,3	32,4	26,35	0
11-09-17	19,1	29,8	24,45	0	07-10-17	19,7	33,5	26,6	0
12-09-17	18,8	29,5	24,15	0	08-10-17	19,3	34,3	26,8	0
13-09-17	18,6	29,6	24,1	0	09-10-17	22,1	30,1	26,1	0
14-09-17	20,1	29,3	24,7	0	10-10-17	24,5	33,5	29	0
15-09-17	19,9	30,1	25	0	11-10-17	24,2	33,7	28,95	0,5
16-09-17	21,1	29,9	25,5	0	12-10-17	25	34	29,5	20
17-09-17	20,5	29,7	25,1	0	13-10-17	23,9	35,1	29,5	2
18-09-17	20,8	30,5	25,65	0	14-10-17	23	34,8	28,9	0
19-09-17	22,1	30,8	26,45	1,3	15-10-17	21,7	33,7	27,7	0
20-09-17	23,6	31,2	27,4	1,4	16-10-17	19,1	35,4	27,25	0
21-09-17	20,4	32,1	26,25	0	17-10-17	24,7	34,3	29,5	0
22-09-17	19,2	30,5	24,85	50	18-10-17	23,5	33,8	28,65	0,3
23-09-17	19,7	30,9	25,3	20	19-10-17	24,5	34,2	29,35	0
24-09-17	20,1	31,4	25,75	0	20-10-17	23,8	34,5	29,15	0
25-09-17	22,5	31,4	26,95	6	21-10-17	22,4	35	28,7	0
26-09-17	21,9	31,2	26,55	3	22-10-17	23,3	35,4	29,35	0
27-09-17	20,5	30,9	25,7	5	23-10-17	22,4	35,5	28,95	0
28-09-17	20,8	30,2	25,5	10	24-10-17	23,6	33,6	28,6	0
29-09-17	19,5	31,6	25,55	0	25-10-17	24,2	34,2	29,2	0
30-09-17	19,3	32,4	25,85	0	26-10-17	23,5	34,5	29	0
01-10-17	17,9	33	25,45	0	27-10-17	22	35,1	28,55	0

Date	T° max (°C)	T° min (°C)	T° moyenne (°C)	Pluviométrie (mm)	Date	T° max (°C)	T° min (°C)	T° moyenne (°C)	Pluviométrie (mm)
28-10-17	24,1	33,4	28,75	10	21-11-17	22,5	32	27,25	40
29-10-17	21,5	33,2	27,35	20	22-11-17	22,6	33,7	28,15	10
30-10-17	19,1	33,8	26,45	0	23-11-17	21,9	33,4	27,65	20
31-10-17	20,4	32,5	26,45	0	24-11-17	22	33,7	27,85	0
01-11-17	20,1	32,9	26,5	5	25-11-17	21,6	33,5	27,55	0
02-11-17	19,5	33,8	26,65	0	26-11-17	21,1	34,9	28	6
03-11-17	19,7	33,5	26,6	3,5	27-11-17	24,3	33,8	29,05	0
04-11-17	20	34,9	27,45	0	28-11-17	23,6	33,6	28,6	0
05-11-17	20,4	35,2	27,8	0	29-11-17	23,8	33,3	28,55	0
06-11-17	20,6	34,9	27,75	0	30-11-17	24	32,9	28,45	0
07-11-17	23,1	34	28,55	0	01-12-17	20,3	35,2	27,75	0
08-11-17	23,1	35,7	29,4	0	02-12-17	20,9	36,7	28,8	0
09-11-17	23	35,7	29,35	0	03-12-17	21,9	37,6	29,75	5
10-11-17	23,5	34,9	29,2	0	04-12-17	24,3	37,8	31,05	0
11-11-17	23,7	34,7	29,2	0	05-12-17	23,8	37,4	30,6	0
12-11-17	24,3	34,5	29,4	10	06-12-17	22,2	36,2	29,2	0
13-11-17	21,2	35	28,1	10,5	07-12-17	24,6	37,5	31,05	10
14-11-17	22,6	37,1	29,85	3,5	08-12-17	25,7	37,2	31,45	20
15-11-17	20,5	34,9	27,7	0	09-12-17	23,8	38	30,9	10
16-11-17	21,2	32,5	26,85	10	10-12-17	23,9	37,7	30,8	10
17-11-17	22,1	33,5	27,8	30	11-12-17	22,7	37,2	29,95	50
18-11-17	20,9	32,7	26,8	20	12-12-17	22,4	38,9	30,65	20
19-11-17	21,5	33,9	27,7	30	13-12-17	25,6	32,7	29,15	2
20-11-17	22,3	34,3	28,3	40					

Annexe 5 : Tableaux statistiques

I. Test de Student (comparaison des deux variétés de chaque spéculation)

a. Germination :

PE-TSAÏ

Différence	58,178
t (Valeur observée)	48,049
t (Valeur critique)	-2,306
DDL	8
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

COURGETTE

Différence	8,334
t (Valeur observée)	3,182
t (Valeur critique)	2,120
DDL	16
p-value (bilatérale)	0,006
alpha	0,05

HARICOT

Différence	-2,222
t (Valeur observée)	-0,691
t (Valeur critique)	2,120
DDL	16
p-value (bilatérale)	0,500
alpha	0,05

TOMATE

Différence	10,000
t (Valeur observée)	1,453
t (Valeur critique)	2,120
DDL	16
p-value (bilatérale)	0,166
alpha	0,05

b. Croissance de la plante :

COURGETTE

➤ Longueur de la tige principale :

2^{ème} semaine après semis

Différence	-2,153
t (Valeur observée)	-12,037
t (Valeur critique)	1,974
DDL	175
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

3^{ème} semaine après semis

Différence	-2,700
t (Valeur observée)	-11,615
t (Valeur critique)	1,973
DDL	181
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

4^{ème} semaine après semis

Différence	-3,049
t (Valeur observée)	-8,055
t (Valeur critique)	1,973
DDL	186
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

5^{ème} semaine après semis

Différence	-4,149
t (Valeur observée)	-5,104
t (Valeur critique)	1,973
DDL	187
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

6^{ème} semaine après semis

Différence	-7,878
t (Valeur observée)	-5,161
t (Valeur critique)	1,973
DDL	184
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

➤ Nombre de feuilles :

3^{ème} semaine après semis

Différence	-3,493
t (Valeur observée)	-12,578
t (Valeur critique)	1,973
DDL	182
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

4^{ème} semaine après semis

Différence	-1,395
t (Valeur observée)	-1,501
t (Valeur critique)	1,973
DDL	187
p-value (bilatérale)	0,135
alpha	0,05

5^{ème} semaine après semis

Différence	-1,361
t (Valeur observée)	-2,793
t (Valeur critique)	1,973
DDL	186
p-value (bilatérale)	0,006
alpha	0,05

6^{ème} semaine après semis

Différence	0,062
t (Valeur observée)	0,087
t (Valeur critique)	1,973
DDL	184
p-value (bilatérale)	0,931
alpha	0,05

HARICOT

➤ Hauteur de la plante :

2^{ème} semaine après semis

Différence	-1,668
t (Valeur observée)	-9,059
t (Valeur critique)	1,966
DDL	383
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

3^{ème} semaine après semis

Différence	-2,649
t (Valeur observée)	-15,185
t (Valeur critique)	1,965
DDL	454
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

4^{ème} semaine après semis

Différence	-3,035
t (Valeur observée)	-9,948
t (Valeur critique)	1,965
DDL	447
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

5^{ème} semaine après semis

Différence	-3,043
t (Valeur observée)	-8,029
t (Valeur critique)	1,967
DDL	355
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

6^{ème} semaine après semis

Différence	-3,413
t (Valeur observée)	-7,937
t (Valeur critique)	1,969
DDL	271
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

➤ Nombre de feuilles :

3^{ème} semaine après semis

Différence	-2,052
t (Valeur observée)	-9,649
t (Valeur critique)	1,965
DDL	441
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

4^{ème} semaine après semis

Différence	-2,445
t (Valeur observée)	-6,639
t (Valeur critique)	1,965
DDL	446
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

5^{ème} semaine après semis

Différence	-2,389
t (Valeur observée)	-3,588
t (Valeur critique)	1,967
DDL	361
p-value (bilatérale)	0,000
alpha	0,05

6^{ème} semaine après semis

Différence	1,132
t (Valeur observée)	1,070
t (Valeur critique)	1,969
DDL	270
p-value (bilatérale)	0,285
alpha	0,05

TOMATE

➤ Hauteur de la plante :

4^{ème} semaine après semis

Différence	-0,009
t (Valeur observée)	-0,011
t (Valeur critique)	2,160
DDL	13
p-value (bilatérale)	0,991
alpha	0,05

5^{ème} semaine après semis

Différence	-0,285
t (Valeur observée)	-0,214
t (Valeur critique)	2,131
DDL	15
p-value (bilatérale)	0,834
alpha	0,05

6^{ème} semaine après semis

Différence	1,857
t (Valeur observée)	0,832
t (Valeur critique)	2,179
DDL	12
p-value (bilatérale)	0,422
alpha	0,05

7^{ème} semaine après semis

Différence	5,000
t (Valeur observée)	1,861
t (Valeur critique)	2,120
DDL	16
p-value (bilatérale)	0,081
alpha	0,05

8^{ème} semaine après semis

Différence	7,833
t (Valeur observée)	2,114
t (Valeur critique)	2,120
DDL	16
p-value (bilatérale)	0,051
alpha	0,05

➤ Nombre de feuilles :

5^{ème} semaine après semis

Différence	0,722
t (Valeur observée)	1,693
t (Valeur critique)	2,131
DDL	15
p-value (bilatérale)	0,111
alpha	0,05

6^{ème} semaine après semis

Différence	0,833
t (Valeur observée)	1,775
t (Valeur critique)	2,131
DDL	15
p-value (bilatérale)	0,096
alpha	0,05

7^{ème} semaine après semis

Différence	1,569
t (Valeur observée)	2,054
t (Valeur critique)	2,131
DDL	15
p-value (bilatérale)	0,058
alpha	0,05

8^{ème} semaine après semis

Différence	0,750
t (Valeur observée)	0,459
t (Valeur critique)	2,145
DDL	14
p-value (bilatérale)	0,653
alpha	0,05

c. Date de floraison :

COURGETTE

Différence	-2,030
t (Valeur observée)	-3,282
t (Valeur critique)	1,973
DDL	178
p-value (bilatérale)	0,001
alpha	0,05

HARICOT

Différence	5,569
t (Valeur observée)	12,713
t (Valeur critique)	1,969
DDL	256
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

TOMATE

Différence	-6,136
t (Valeur observée)	-4,040
t (Valeur critique)	1,973
DDL	185
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

d. Taux de fructification :

COURGETTE

Différence	20,747
t (Valeur observée)	6,888
t (Valeur critique)	1,973
DDL	183
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

HARICOT

Différence	8,040
t (Valeur observée)	2,545
t (Valeur critique)	1,970
DDL	230
p-value (bilatérale)	0,012
alpha	0,05

TOMATE

Différence	21,685
t (Valeur observée)	4,948
t (Valeur critique)	1,971
DDL	219
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

e. Diamètre du fruit :

PE-TSAÏ

Différence	-31,618
t (Valeur observée)	-154,904
t (Valeur critique)	-2,060
DDL	25
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

COURGETTE

Différence	-0,583
t (Valeur observée)	-1,144
t (Valeur critique)	2,145
DDL	14
p-value (bilatérale)	0,272
alpha	0,05

TOMATE

Différence	0,766
t (Valeur observée)	2,213
t (Valeur critique)	1,969
DDL	264
p-value (bilatérale)	0,028
alpha	0,05

f. Longueur du fruit :

PE-TSAÏ

Différence	-10,416
t (Valeur observée)	-17,392
t (Valeur critique)	-2,060
DDL	25
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

COURGETTE

Différence	0,462
t (Valeur observée)	0,211
t (Valeur critique)	2,145
DDL	14
p-value (bilatérale)	0,836
alpha	0,05

TOMATE

Différence	-36,159
t (Valeur observée)	-817,349
t (Valeur critique)	-1,977
DDL	137
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

g. Poids du fruit :

PE-TSAÏ

Différence	147,961
t (Valeur observée)	12,191
t (Valeur critique)	-2,069
DDL	23
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

COURGETTE

Différence	-23,179
t (Valeur observée)	-0,266
t (Valeur critique)	2,145
DDL	14
p-value (bilatérale)	0,794
alpha	0,05

HARICOT

– Nombre de gousses par pied

Différence	3,728
t (Valeur observée)	7,896
t (Valeur critique)	1,971
DDL	221
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

– Nombre de graines par gousse

Différence	0,228
t (Valeur observée)	2,415
t (Valeur critique)	1,971
DDL	218
p-value (bilatérale)	0,017
alpha	0,05

– Nombre de loges vides

Différence	2,437
t (Valeur observée)	7,265
t (Valeur critique)	1,971
DDL	217
p-value (bilatérale)	< 0,0001
alpha	0,05

– Poids de 100 graines

Différence	-13,886
t (Valeur observée)	-3,134
t (Valeur critique)	2,228
DDL	10
p-value (bilatérale)	0,011
alpha	0,05

TOMATE

Différence	5,958
t (Valeur observée)	0,871
t (Valeur critique)	1,969
DDL	263
p-value (bilatérale)	0,0385
alpha	0,05

II. Tableaux ANOVA

a. Quantité de travail par exploitant :

PETAIS	Fréquence	Nombre de jours	Durée de travail (heure/jr)	Durée de travail total (heure)	Quantité de travail nécessaire (Hj)	Quantité de travail fourni par exploitant (Hj)		
						Homme marié (HM)	Femme célibataire (FC)	Femme mariée(FM)
Défrichement	1	1	8	8	1	1	1	1
Labour	1	1	4	4	0,5	0,5	0,5	0,5
Préparation des parcelles + Semis	1	1	1	1	0,125	0,125	0,125	0,125
Fertilisation	2	2	1	4	0,5	0,5	0,5	0,5
Sarclage	2	2	1	4	0,5	0,5	0,5	0,5
Arrosage	2	75	0,5	75	9,375	6,5	7,0	7,5
Repiquage	1	1	3	3	0,375	0,375	0,375	0,375
Traitement phytosanitaire	1	1	0,5	0,5	0,0625	0,0625	0,0625	0,0625
TOTAL		84	19	99,5	12,44	9,56	10,06	10,56

COURGETTE	Fréquence	Nombre de jours	Durée de travail (heure/jr)	Durée de travail total (heure)	Quantité de travail nécessaire (Hj)	Quantité de travail fourni par exploitant (Hj)		
						Homme marié (HM)	Femme célibataire (FC)	Femme mariée(FM)
Défrichement	1	1	8	8	1	1	1	1
Labour	1	1	4	4	0,5	0,5	0,5	0,5
Préparation des parcelles + Semis	1	1	1,5	1,5	0,1875	0,1875	0,1875	0,1875
Fertilisation	2	2	1	4	0,5	0,25	0,25	0,5
Buttage	2	2	1	4	0,5	0,25	0	0,25
Arrosage	2	90	0,5	90	11,25	8	7,0	8,0
TOTAL		97	16	111,5	13,94	9,69	8,94	10,44

HARICOT	Fréquence	Nombre de jours	Durée de travail (heure/jr)	Durée de travail total (heure)	Quantité de travail nécessaire (Hj)	Quantité de travail fourni par exploitant (Hj)		
						Homme marié (HM)	Femme célibataire (FC)	Femme mariée(FM)
Défrichement	1	1	8	8	1	1	1	1
Labour	1	1	4	4	0,5	0,5	0,5	0,5
Préparation des parcelles + Semis	1	1	1,5	1,5	0,1875	0,1875	0,1875	0,1875
Fertilisation	1	1	1	1	0,125	0,125	0,125	0,125
Binage	1	2	1,5	3	0,375	0	0,375	0
Arrosage	2	90	0,5	90	11,25	8,5	9,0	8,0
TOTAL		96	16,5	107,5	13,44	10,31	11,19	9,81

TOMATE	Fréquence	Nombre de jours	Durée de travail (heure/jr)	Durée de travail total (heure)	Quantité de travail nécessaire (Hj)	Quantité de travail fourni par exploitant (Hj)		
						Homme marié (HM)	Femme célibataire (FC)	Femme mariée(FM)
Défrichement	1	1	8	8	1	1	1	1
Labour	1	1	4	4	0,5	0,5	0,5	0,5
Préparation des parcelles + Semis	1	1	1	1	0,125	0,125	0,125	0,125
Fertilisation	1	2	1	2	0,25	0,25	0,25	0,25
Démariage	1	1	4	4	0,5	0,5	0,5	0
Sarclage	2	2	1,5	6	0,75	0,5	0,75	0,25
Arrosage	2	120	0,5	120	15	10,0	8,5	7,0
TOTAL		128	20	145	18,13	12,88	11,63	9,13

Contribution de chaque actif dans les travaux maraîchers :

	HM				FC			FM			
	total	mari	femme	enfant	total	femme	enfant	total	mari	femme	enfant
Défrichement	4	3		1	4	1	3	4	4		
Labour	2	1		1	2	1	1	2	1,5	0,5	
Préparation des parcelles + Semis	0,63	0,63			0,63	0,50	0,13	0,63	0,38	0,25	
Fertilisation	1,13	0,63		0,50	1,13	0,90	0,23	1,38	0,60	0,78	
Sarclage	1	0,25	0,5	0,25	1,25	1	0,25	0,75		0,5	0,25
Arrosage	32,5	5,0	7,5	20	31,5	20,0	11,5	30,5	10,0	12,5	8,0
Repiquage	0,38	0,19		0,19	0,38	0,38		0,38		0,38	
Traitement phytosanitaire	0,06	0,06			0,06	0,06		0,06		0,06	
buttage	0,25	0,25			0	0		0,25	0,25		
binage	0				0,375		0,375	0			
demariage	0,5	0,25		0,25	0,5	0,25	0,25	0			
TOTAL	42,44	11,26	8,00	23,19	41,81	25,09	16,74	39,94	16,73	14,97	8,25

b. Quantité de travail par spéculation :

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	3	3,818	1,273	1,029	0,430
Erreur	8	9,893	1,237		
Total corrigé	11	13,711			

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
C	9.690	A
P	10.060	A
H	10.437	A
T	11.213	A

Annexe 6 : Galerie photos



Parcelles détruites par les animaux d'élevage

COMPORTEMENTS FACE AUX ENNEMIS DE CULTURE



Pe-tsai « Chanvre vert » attaqué par la chenille défoliatrice



Courgette attaquée par les cochenilles



Courgette présentant une nécrose apicale



Plant de haricot attaqué par les insectes terricoles



Chenille se nourrissant des graines dans les gousses de haricot



Plant de tomate malade



Test du verre d'eau (exsudat blanc caractéristique du flétrissement bactérien)



Nécrose apicale

CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT DES LEGUMES

PE-TSAÏ



« Chanvre vert » (P1)

COURGETTE



« Vanga fotsy » (C1)



« Non coureuse d'Italie » (C2)

HARICOT



« *Ran'omby* » (H1)



« *FOFIFA Vangamena* » (H2)

TOMATE



« *Kadà* » (T1)



« *Lavalava* » (T2)

Table des matières

LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	i
Liste des tableaux.....	i
Liste des figures	i
Listes des clichés.....	ii
Liste des cartes.....	ii
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	iii
GLOSSAIRE	iv
RESUME.....	v
ABSTRACT	v
FAMINTINANA	vi
INTRODUCTION.....	1
1. MATERIELS ET METHODES.....	4
1. 1. Matériels	4
1. 1. 1. Une brève présentation de la zone d'étude	4
1. 1. 2. Le matériel végétal utilisé pour l'expérimentation.....	6
1. 1. 3. Les matériels utilisés pour la collecte des données	9
1. 2. Méthodologie	10
1. 2. 1. Visites préliminaires au niveau du site d'expérimentation.....	10
1. 2. 2. Choix des exploitants agricoles selon diverses approches	10
1. 2. 3. Dispositif expérimental : description et caractéristiques	11
1. 2. 4. Déroulement de l'expérimentation : variables à étudier et conduites culturales	12
1. 2. 5. Collecte et traitement des données	14
2. RESULTATS ET INTERPRETATIONS	16
2. 1. Des relevés climatiques supérieurs aux moyennes sur 20 ans.....	16
2. 1. 1. Une période d'expérimentation généralement humide.....	16
2. 1. 2. Une période d'expérimentation exceptionnellement chaude.....	16
2. 2. Des variétés de légumes avec des capacités d'adaptation diversifiées	17
2. 2. 1. Pendant la phase végétative	17
2. 2. 2. Pendant la phase reproductive	21

2. 2. 3. Pendant la récolte.....	24
2. 2. 4. Des comportements différents pour chaque variété de légumes face aux problèmes et ennemis de culture.....	27
2. 3. Des quantités de travail importantes	28
2. 3. 1. Des quantités de travail variables suivant les actifs au sein des ménages	28
2. 3. 2. Des légumes nécessitant une même quantité de travail.....	29
2. 3. 3. La productivité de travail : des chiffres très variables.....	29
3. DISCUSSION ET RECOMMANDATIONS	31
3. 1. Des conditions de culture contraignant la physiologie des plantes.....	31
3. 1. 1. Des croissances végétatives limitées par les conditions climatiques	31
3. 1. 2. Divers facteurs compromettant la fructification	33
3. 1. 3. Des produits généralement de taille réduite	35
3. 2. Le facteur genre : les prises de décisions et leur impact sur la production.....	37
3. 3. Des productivités de travail diversifiées	39
3. 4. Limites de l'expérimentation	40
3. 5. Recommandations et perspectives	41
CONCLUSION	43
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	44
LISTE DES ANNEXES	I
ANNEXES.....	II
Annexe 1 : Description du projet NutriHAF	III
Annexe 2 : Fiche technique de chaque spéculation.....	VI
Annexe 3 : Pluviométrie et température moyennes de la Région Atsimo-Atsinanana pendant 4 quinquennats de 1995 à 2014	XIV
Annexe 4 : Relevés des données climatiques durant l'expérimentation	XV
Annexe 5 : Tableaux statistiques.....	XVII
Annexe 6 : Galerie photos	XXIX