

Sommaire

	Page
Liste des figures.	v
Liste de tableaux.....	vi
Liste des annexes.....	viii
Liste des abréviations.....	ix
Glossaire.....	x
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1 - PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE.....	3
2 – CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L’ETUDE.....	4
Partie I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
I.1 - Définition des légumineuses.....	5
I.2 - Caractéristiques botaniques des légumineuses.....	5
I.2.1 – Le fruit et les graines.....	5
I.2.2 – Les fleurs.....	5
I.2.3 – Les nodosités.....	5
I.3 - Classification des légumineuses.....	6
I.4 - Intérêt économique des légumineuses.....	7
I.5 – Productions de légumineuses à Madagascar.....	7
I.5.1 – Importance des légumineuses à Madagascar.....	7
I.5.2 – Importance des légumineuses dans le Sud de Madagascar.....	8
I.6 – Caractéristiques nutritionnelles des légumineuses.....	8
I.7 - Les facteurs antinutritionnels.....	9
I.7.1 – Définition.....	9
I.7.2 – Les différents types de facteurs antinutritionnels.....	9
I.7.2.1 – Les glucosides cyanogénétiques.....	9
I.7.2.2 – Les phytates.....	10
I.7.2.3 – Les composés phénoliques.....	11
I.7.2.3.1 – Les tanins.....	11
I.7.2.3.1.1 – Les tanins condensés.....	12
I.7.2.3.1.2 – Les tanins hydrolysables.....	12
Partie II : MATERIELS ET METHODES	
II.1 - Enquête de consommation.....	14
II.1.1 – Lieu d’étude.....	14
II.1.2 - Population cible	14

II.1.3 – Recueil des données.....	14
II.1.4 - Type d'enquête.....	15
II.1.5 - Déroulement de l'enquête.....	15
II.1.6 - Saisie des données recueillies.....	15
II.1.7 - Traitement statistique des données.....	15
II.2 - Choix des échantillons à étudier.....	15
II.3 – Préparation des échantillons.....	16
II.4 – Etude de la valeur nutritionnelle.....	17
II.4.1- Détermination de la teneur en eau et en matière sèche.....	17
II.4.2 - Détermination de la teneur en protéines totales.....	18
II.4.2.1 – Détermination quantitative des acides aminés.....	19
II.4.2.2 – Détermination de l'indice chimique et identification de l'acide aminé facteur limitant.....	20
II.4.3 - Détermination de la teneur en lipides.....	20
II.4.4 - Détermination de la teneur en glucides totaux.....	21
II.4.5 - Détermination de la teneur en cendres brutes.....	22
II.4.6 - Détermination de la valeur énergétique.....	23
II.5 - Etude de quelques facteurs antinutritionnels.....	23
II.5.1 - Dosage des phytates.....	23
II.5.2 - Dosage des composés phénoliques totaux.....	25
II.5.3 - Dosage des tanins condensés.....	27
II.5.4 - Dosage des composés cyanogènes.....	29
II.6 - Test de cuisson.....	30
II.7 - Analyse sensorielle sur quelques légumineuses.....	30
II.7.1 – Choix des échantillons à évaluer.....	30
II.7.2 – Préparation des échantillons.....	31
II.7.3 – Méthode utilisée pour l'analyse sensorielle.....	31
Partie III : RESULTATS	
III.1 – Caractéristiques des enquêtes.....	32
III.2 – Nature des données recueillies.....	35
III.2.1- Auprès des cultivateurs.....	35
III.2.1.1– Système de culture des légumineuses.....	35
III.2.1.2 – Système de gestion des légumineuses après la récolte.....	36
III.2.2 – Auprès des commerçants.....	38
III.2.2.1– Prix des légumineuses.....	38

III.2.3 – Données recueillies auprès des ménages.....	39
III.2.3.1 - Fréquences et modalités de consommation des graines de légumineuses.....	39
III.2.3.1.1 - Consommation en sec et en vert pendant un an.....	39
III.2.3.1.2 – Fréquence hebdomadaire de consommation des légumineuses pendant la période de récolte.....	40
III.2.3.1.3 – Moment de la journée pour la dernière consommation des graines de légumineuses.....	41
III.2.3.2 – Modalités d’approvisionnement et de préparation des légumineuses....	42
III.2.3.2.1 – Approvisionnement des graines de légumineuses.....	42
III.2.3.2.2 – Formes de consommation des légumineuses.....	42
III.2.3.2.3 – Quantité (en kapoaka) de légumineuses achetée par semaine.....	44
III.2.3.2.4 – Mode de préparation.....	45
III.2.3.2.5 – Mode de cuisson.....	45
III.3 – Création d’un catalogue des légumineuses.....	47
III.4 – Caractéristiques nutritionnelles des légumineuses étudiées.....	48
III.4.1 – Teneurs en eau et en matière sèche.....	48
III.4.2 – Teneurs en protéines totales.....	49
III.4.2.1 – Teneurs en acides aminés des graines.....	50
III.4.2.2 – Indice chimique et acide aminé facteur limitant.....	53
III.4.3 – Teneurs en lipides.....	57
III.4.4 – Teneurs en glucides totaux.....	58
III.4.5 – Teneurs en cendres brutes.....	59
III.4.6 – Valeurs énergétiques.....	60
III.5 – Facteurs antinutritionnels des légumineuses étudiées.....	61
III.5.1 – Teneurs en acide phytique.....	61
III.5.2 – Teneurs en phénols totaux.....	62
III.5.2.1 – Teneurs en tanins condensés.....	63
III.5.3 – Teneurs en acide cyanhydrique.....	64
III.6 – Temps de cuisson.....	65
III.7 – Propriétés sensorielles des graines étudiées.....	65
DISCUSSIONS.....	69
CONCLUSION ET PERSPECTIVES.....	73
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES.....	A1

ABSTRACT

RESUME

Rapport-gratuit.com 
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Liste des figures

Figure 1 : Structure de l'acide phytique, myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5,6 hexakis phosphate, d'après le modèle d'Anderson

Figure 2 : Structure des tanins condensés

Figure 3 : Structure des tanins hydrolysables

Figure 4 : Fréquence de pratique des systèmes de culture sur les légumineuses les plus cultivées

Figure 5 : Système de gestion des légumineuses après récolte

Figure 6 : Moyenne en mois de la consommation en vert et en sec des légumineuses

Figure 7 : Les différentes formes de consommation des légumineuses

Figure 8 : Fréquence des 3 modes de cuisson des légumineuses dans l'eau

Figure 9 : Graphe de l'ACP plan 1-2

Liste des tableaux

Tableau 1 : Production de quelques légumineuses (en tonnes) en 2009 – 2010

Tableau III.1.1 : Caractéristiques socioprofessionnelles des cultivateurs

Tableau III.1.2 : Caractéristiques socioprofessionnelles des commerçants

Tableau III.1.3 : Caractéristiques socioprofessionnelles de la personne préparant les repas et du chef de ménage

Tableau III.1.4 : Caractéristiques socio-économiques des ménages

Tableau III.1.5 : Effectif des agriculteurs cultivant les variétés de légumineuses

Tableau III.1.6 : Prix des légumineuses récoltés sur les marchés

Tableau III.1.7 : Les légumineuses consommées dans les ménages pendant la période de récolte

Tableau III.1.8 : Fréquences de consommation des légumineuses par semaine

Tableau III.1.9 : Fréquences de consommation des légumineuses dans les ménages au petit déjeuner, déjeuner, dîner, et autre moment de la journée.

Tableau III.1.10 : Modalités d'approvisionnement des graines

Tableau III.1.11 : Effectif des ménages avec les pourcentages des formes de consommation

Tableau III.1.12 : Fréquences des quantités (en kapoaka) de légumineuses achetées par les ménages par semaine

Tableau III.1.13 : Différents traitements des graines avant cuisson

Tableau III.1.14 : Fréquences de la torréfaction

Tableau III.4.1 : Teneur en eau et en matière sèche des échantillons étudiés

Tableau III.4.2 : Teneurs en protéines totales des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS

Tableau III.4.3 : Taux des acides aminés exprimés en g pour 100g de MS

Tableau III.4.4 : Taux des acides aminés exprimés en g pour 100g de protéines

Tableau III.4.5 : Taux des acides aminés essentiels par rapport aux acides aminés totaux

Tableau III.4.6 : Scores chimiques des protéines des légumineuses étudiées selon le profil de référence des jeunes enfants âgés de moins de 2 ans

Tableau III.4.7 : Scores chimiques des protéines des légumineuses étudiées selon le profil de référence des enfants âgés de 2 ans et plus

Tableau III.4.8 : Résumé des scores chimiques des protéines des légumineuses selon les 2 profils de référence utilisés

Tableau III.4.9 : Teneurs en lipides des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS

Tableau III.4.10 : Teneurs en glucides totaux des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS

Tableau III.4.11 : Teneurs en cendres brutes des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS

Tableau III.4.12 : Valeurs énergétiques des légumineuses exprimées en Kcal % MS

Tableau III.5.1 : Teneurs en acide phytique des légumineuses exprimées en mg/g de MS

Tableau III.5.2 : Teneurs en phénols totaux des légumineuses exprimées en g AG pour 100g de MS

Tableau III.5.3 : Teneurs en tanins condensés des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS

Tableau III.5.4 : Teneurs en acide cyanhydrique des légumineuses exprimées en mg/kg

Tableau III.6.1 : Temps de cuisson des variétés étudiées selon la méthode de Mattson et la méthode traditionnelle

Tableau III.7.1 : Liste des descripteurs utilisés par les juges

Tableau III.7.2 : Codes et noms des produits

Liste des annexes

- ANNEXE 1 : Préparation des réactifs et de la gamme étalon (Dosage des phytates)
- ANNEXE 2 : Préparation des réactifs et de la gamme étalon (Dosage des phénols totaux)
- ANNEXE 3 : Questionnaire ménages
- ANNEXE 4 : Questionnaire cultivateurs
- ANNEXE 5 : Questionnaire commerçants
- ANNEXE 6 : Liste des communes et des fokontany enquêtés
- ANNEXE 7 : Tableau des barèmes des scores attribués pour la qualité de l'habitation des ménages
- ANNEXE 8 : Tableau des barèmes des scores des biens possédés par le ménage
- ANNEXE 9 : Niveau économique des ménages selon les indices
- ANNEXE 10 : Catalogue des légumineuses de l'Androy
- ANNEXE 11 : Présentation de la Région Androy
- ANNEXE 12 : Tableau sur les profils de référence servant à estimer l'indice chimique d'une protéine (FAO/OMS/UNU, 1986)
- ANNEXE 13 : Contribution des individus principaux pour le choix de l'axe

Liste des abréviations

ACP :	Analyse en composantes principales
AFNOR :	Association Française pour la Normalisation
GRET :	Groupes de Recherche et d'Echanges Technologiques
INSTAT :	Institut national de la statistique
LABASAN :	Laboratoire de Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et à la Nutrition
LAS :	Laboratoire d'analyse sensorielle
PSASA :	Projet de Sécurisation de l'Approvisionnement en Semences de l'Androy

Glossaire

Baboka : Dialecte antandroy relatif à la couleur marron clair

Fokontany : Subdivision administrative de base au niveau de la commune, selon l'importance des agglomérations, il comprend des hameaux, villages, secteurs ou quartiers.

Foty : Dialecte antandroy relatif à la couleur blanche

Kapoaka : Le contenu d'une boîte de lait concentré servant d'unité de mesure de volume.

Katra : Appellation de l'arachide ou de la pistache

Ketsaketsa : Mode de cuisson dont l'aliment est à moitié submergé par l'eau de cuisson

Mainty : Désigne la couleur noir

Menakely : Désigne la couleur rouge un peu plus foncé

Paro mena : Relatif à l'œil rouge, désignant la teinte du zébu

Paro mainty : Relatif à l'œil noir, désignant la teinte du zébu

Ritra : Mode de cuisson dont l'eau de cuisson de l'aliment est évaporée

Seasea : Dialecte antandroy désignant la couleur bien blanche

Tsidimy : Une gousse de légumineuse contient 5 graines

Vanda : Désigne ce qui est marbré

Introduction

générale

INTRODUCTION GENERALE

Situé dans la partie subéquatoriale du globe, Madagascar regorge de ressources diverses, tant animales que végétales. Parmi elles, on peut citer les produits halieutiques, ceux issus des volailles, des bétails, mais également les produits agricoles tels que les céréales, les fruits, les légumes, les légumes-feuilles et les légumineuses.

Depuis toujours, le riz est la base de l'alimentation des malagasy. Divers aliments peuvent servir pour son accompagnement. Les graines de légumineuses font partie des aliments végétaux les plus consommés après les légumes-feuilles (Feno M.R., 2011). Cependant sur le plan quantitatif, les volumes des légumineuses dans la ration alimentaire sont très faibles (en moyenne 13g/j/pers/j), bien que ces aliments constituent souvent des sources importantes de protéine dans de nombreux pays où la consommation de produits animaux est faible (SECALINE, 1997). Elles renferment également des composés nutritifs essentiels tels que les minéraux, amidons et les fibres.

Cependant, la présence des composés antinutritionnels peut affecter la digestibilité des protéines ainsi que d'autres nutriments (Duranti M., 2006).

Les légumineuses sont des plantes à graine qui tolèrent la sécheresse, s'adaptent à différentes conditions de culture et qui peuvent de ce fait offrir un grand potentiel d'utilisation. Elles ont longtemps joué un rôle important en subvenant aux besoins en nourriture, particulièrement dans le sous-continent Indien et dans d'autres pays en voie de développement (Rochfort S. et Panozzo J., 2007).

L'étude des légumineuses figure parmi les branches de recherche prioritaire du LABASAN.

Quelques variétés de légumineuses telles le haricot, le niébé, le voandzou ont déjà fait l'objet de recherche pour lesquelles les valeurs nutritionnelles et antinutritionnelles ont été déterminées par des analyses biochimiques. Les légumineuses étant des aliments appréciés des malagasy, des études de consommation ont été effectuées récemment.

En rejoignant ce thème, le présent travail a pour objectif principal de : poursuivre l'inventaire, l'identification et l'étude sur la consommation des légumineuses dans la région Androy. Comme objectifs spécifiques, l'étude vise à connaître les déterminants et les facteurs influençant la consommation, et à identifier les différents modes de préparation ainsi que les formes de consommation par les ménages.

Le document comportera une première partie sur une synthèse bibliographique présentant les légumineuses, ainsi que quelques facteurs antinutritionnels concernés par l'étude. Les matériels et méthodes utilisés seront présentés dans une seconde partie, suivis des résultats et discussions en troisième partie, et une dernière partie sur les conclusions et perspectives.

1 - PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Géographiquement localisée dans l'extrême Sud de Madagascar, la région Androy, composée de 4 Districts (Ambovombe-Androy, Bekily, Beloha-Androy et Tsihombe), s'étend sur 19540 km². Délimitée à l'Est par le fleuve Mandrare, à l'Ouest par le fleuve Menarandra, sa limite Nord se situe juste au Nord de Morombe et juste au Sud de l'estuaire du fleuve Mangoky (Goodman S.M. et al., 2008). Cette région est divisée en 2 zones : une zone cristalline au Nord et une zone littorale sédimentaire au Sud. La topographie de la zone est relativement plane et l'altitude augmente progressivement depuis la côte vers l'intérieur (Goodman S.M. et al., 2008).

La Région est caractérisée par un climat semi-aride tropical avec deux saisons bien marquées (un climat pluvieux de Novembre à Mars et un climat sec d'Avril à Novembre), une température moyenne annuelle variant entre des maxima de 30 à 33°C et des minima de 15 à 21°C et une précipitation moyenne de 400 mm mal répartie dans l'année. L'irrégularité pluviométrique, combinée avec les variations et l'importance des amplitudes thermiques, favorise souvent la dégradation du sol. Elle est soumise en quasi-permanence à un vent du sud, fort et desséchant (« Tiokatimo »). Cette situation fait que l'Androy connaît un problème chronique et sévère de disponibilité et d'accessibilité en eau qui est source de maladies et d'insécurité alimentaire chronique. Les capacités de production agricole dépendent surtout du régime de précipitation de l'année, ce qui a pour conséquence la venue d'épisodes récurrents de « kere » dès que la pluviométrie baisse.

La région de l'Androy est réputée pour ses paysages caractérisés par la présence de cactus appelés « raketa », d'arbres courbés par les vents violents. Son peuple d'hommes fiers, les Antandroy, reste attaché à ses traditions et à sa terre malgré les famines qui sévissent régulièrement dans la région.

Du point de vue socioculturel, les valeurs ancestrales comme la polygamie, le mariage précoce des filles sont toujours très vivantes.

L'élevage de zébus tient une place particulièrement importante dans leur vie spirituelle. En effet, ils investissent dès que possible dans l'élevage (zébu, petits ruminants, volailles) qu'ils considèrent également comme leur épargne et qui traduit leur richesse (Thouillot F. et Maharetse J., 2010).

La majorité de la population Antandroy sont des cultivateurs ; les cultures vivrières comme le maïs, le manioc, le sorgho et celles des légumineuses constituant une source de nourriture et de revenu pour la population, sont les plus abondantes.

2 – CONTEXTE ET JUSTIFICATION DE L'ETUDE

L'état de la sécurité alimentaire dans cette région reste encore fragile. A cause de la sécheresse, la culture y est assez difficile. Œuvrant dans le développement agricole, le projet Objectif Sud du GRET a comme objectifs généraux d'améliorer la sécurité alimentaire dans l'Androy, de limiter les impacts des crises alimentaires et d'améliorer les conditions de vie des ménages vulnérables. Comme objectifs spécifiques, il vise à sécuriser l'approvisionnement en semences de qualité des populations et restaurer la qualité des terres exploitées. Notre étude s'insère dans ce projet et porte sur la valorisation des légumineuses dans la région Androy. Des échantillons de légumineuses fournis par le projet feront l'objet d'analyses biochimiques en vue d'évaluer la valeur nutritionnelle et les facteurs antinutritionnels, et une évaluation sensorielle sera effectuée sur quelques échantillons.

*Synthèse
bibliographique*

PARTIE I : Synthèse bibliographique

I.1 – Définition des légumineuses

Les légumineuses constituent un groupe de plantes à fleurs (angiospermes) dicotylédones (Harborne J.B., 1994), dont le fruit est une gousse. Ce groupe appartient à la famille des Fabaceae ou Leguminosae dans la classification classique, ou à la sous-famille des Faboideae selon la classification phylogénétique. Cet ensemble compte 500 à 650 genres et 12000 à 18000 espèces, de répartition mondiale (Polhill R.M. et al., 1981).

I.2 - Caractéristiques botaniques des légumineuses

I.2.1 – Le fruit et les graines

Le fruit est l'élément le plus caractéristique de cette famille. C'est une gousse aplatie à un seul compartiment, qui se fend habituellement le long de 2 sutures, comme chez le pois. Les graines sont attachées le long de l'une des sutures. Mais la gousse peut aussi être indéhiscente (qui ne se fend pas) comme chez l'arachide (qui mûrit sous terre), ou s'ouvrir en explosant, comme chez le genêt ou le lupin. Sa longueur peut varier de quelques mm à plus de 30 cm.

La gousse peut contenir une ou plusieurs graines, être terne ou brillamment colorée et de formes différentes selon les légumineuses. Quand un module se divise en 2 valves, les graines sont attachées à l'une des valves (Encyclopédie encarta, 2009). Les graines de légumineuses présentent diverses formes et couleurs. Parmi les plus connues se trouvent les lentilles, les pois, les fèves, les haricots, le soja et les arachides.

I.2.2 – Les fleurs

Les fleurs des légumineuses sont très variables, mais, chez toutes les espèces, les bases des 5 pétales et les étamines sont soudées pour former une coupe autour de la base de l'ovaire. Elles possèdent habituellement 10 étamines, qui sont soudées en une structure unique, soit réparties en 2 groupes. Dans ce cas, l'un comprend 9 étamines et l'autre une seule. L'ovaire consiste en un seul carpelle, situé au-dessus des autres pièces florales.

I.2.3 – Les nodosités

La présence, sur les racines, de renflements appelés nodosités, contenant des bactéries symbiotiques du genre *Rhizobium* est une caractéristique commune de cette famille. Ces

bactéries sont capables de convertir l'azote atmosphérique en azote organique, c'est-à-dire en nitrate, une forme que les végétaux peuvent assimiler. C'est pourquoi l'on plante souvent des légumineuses pour renouveler les réserves en azote du sol. Les plantes ont besoin d'azote comme nutriment pour la construction de certaines molécules biologiques (comme les acides aminés). Cependant, elles ne sont pas capables de fixer directement l'azote atmosphérique : seules quelques espèces de procaryotes sont capables de le convertir sous forme qui soit assimilable pour les végétaux (Encyclopédie encarta, 2009).

I.3 – Classification des légumineuses

Les variétés de légumineuses à graine appartiennent aux mêmes règne, sous-règne, division, classe, sous-classe, ordre, famille et sous-famille. Seuls l'espèce et le genre les différencient les unes des autres.

Règne	: PLANTAE
Sous-règne	: TRACHEOBIONTA
Division	: MAGNOLIOPHYTA
Classe	: MAGNOLIOPSIDA
Sous-classe	: ROSIDAE
Ordre	: FBALES
Famille	: FABACEAE
Sous-famille	: FABOIDEAE

La famille des Fabaceae est divisée en 3 sous-familles (Wikipédia, 2012) :

- Les Papilionoidées ou Papilionacées (genêt, trèfle), rencontrées majoritairement dans les régions tempérées.
- Les Mimosoidées ou mimosacées (mimosa, acacia)
- Les Césalpinioïdées ou Césalpiniacées (arbre de judée), de répartition tropicale et subtropicale.

I.4 - Intérêt économique des légumineuses

Les légumineuses sont des aliments qui sont sources importantes de nutriments, cultivées surtout pour leur teneur élevée en protéines qui est presque le double de celle des grains de céréales (Rochfort S. et Panozzo J., 2007), et pour leurs acides aminés essentiels. Les cultures de légumineuses présentent l'intérêt d'agir sur la fertilité du sol en améliorant sa teneur en azote et permettent ainsi d'obtenir de meilleures récoltes pour les plantes cultivées après elles sur le même terrain (Nieuwenhuis R. et Nieuwelink J., 2005). De ce fait elles jouent un rôle clé dans la rotation de culture par leur capacité à fixer l'azote (Duranti M., 2006).

Par ailleurs, elles comprennent aussi bien des espèces alimentaires (pois, fèves, haricot,...) et ornementales (arbre de Judée) que fourragères (luzerne,...) (Encyclopédie encarta, 2009).

I.5 - Productions de légumineuses à Madagascar

Les légumineuses tiennent une place importante dans l'agriculture malgache. Les principales sont le haricot et le pois du cap. Le tableau ci-dessous montre quelques productions de légumineuses durant ces dernières années.

Tableau 1 : Production de quelques légumineuses (en tonnes) en 2009 - 2010

Légumineuses	2009	2010
Haricot grain sec	82 118	82 153
Pois du cap grain sec	17 800	18 012
Arachide en coque	63 244	64 004

Source : Service statistique Agricole / (INSTAT, 2009)

I.5.1 - Importance des légumineuses à Madagascar

Les cultures de légumineuses sont très diffuses, et en général, toutes les régions en sont productrices. Les légumineuses sont produites aussi bien pour la consommation humaine que pour le bétail.

Presque toutes les régions de Madagascar pratiquent la culture du haricot. On la rencontre dans les Région Diana et Itasy (INSTAT, 2004). Des légumineuses de qualité et de quantité

sont produites dans la partie Ouest du pays, allant de Miandrivazo à Marovoay et la Région Vakinankaratra, notamment à Betafo. Cette culture s'est par la suite étendue au Sud-ouest, entre Morondava et Toliara, jusque dans l'Anosy.

Le pois du cap fait l'objet d'une culture importante dans le delta de l'Onilahy, dans le Menabe et l'Atsimo Andrefana. En culture irriguée, il est semé vers le mois de février.

Les graines d'ambérique servent à l'alimentation de l'homme et des animaux. L'arachide donne lieu à d'importantes cultures dans les Régions Alaotra Mangoro et Itasy, on le retrouve également dans la Région Sofia, Boeny, Ihorombe, Menabe, Androy (INSTAT, 2004).

Le soja est cultivé dans l'Ouest et le Sud-ouest du pays. La culture des lentilles se rencontre dans la Région Betsiboka (INSTAT, 2004).

Par ailleurs, Madagascar exporte des pois du cap, des lingots blancs, des haricots rouges et d'autres, marbrés, ainsi que des lentilles (Ralay D.H., 2010).

I.5.2 - Importance des légumineuses dans le Sud de Madagascar

Dans la région Androy, les cultures des légumineuses comme les variétés de haricot (tsaramaso), de pois du cap (konoke, kabaro), le niébé (voanemba), l'arachide (voanjo katra), sont abondantes. En effet, ce sont des plantes résistantes à la sécheresse et adaptées aux régions chaudes.

I.6 – Caractéristiques nutritionnelles des légumineuses

Les légumineuses sont des végétaux riches en glucides et en protéines. La proportion en amidon est élevée avec une richesse en amylose. Concernant les protéines, elles renferment tous les acides aminés essentiels avec une forte proportion en lysine mais dont les acides aminés soufrés constituent les facteurs limitants (Andriamamonjy N., 2000). Elles représentent donc une excellente source d'énergie. Elles sont pauvres en lipides mais renferment des acides gras essentiels de bonne qualité. Elles se distinguent également par leur haute teneur en fibres alimentaires, ce qui contribue notamment à leur effet sur la satiété (sensation d'avoir suffisamment mangé). Les aliments riches en fibres s'avèrent également bénéfiques pour un bon contrôle du diabète et pour la prévention des maladies cardiovasculaires. En effet, les fibres peuvent aider à régulariser la glycémie en retardant le passage des aliments de l'estomac à l'intestin, ralentissant, du coup, l'absorption du glucose.

De plus, les fibres contribuent à la diminution du cholestérol sanguin. En ce qui concerne les vitamines et minéraux, les légumineuses sont d'excellentes sources de fer (si consommées avec une source de vitamine C), d'acide folique et de manganèse. Elles constituent également de bonnes sources de potassium, phosphore, magnésium mais sont pauvres en sodium comme chez le haricot et l'ambérique.

Par ailleurs, les graines de légumineuses sont caractérisées par la présence de facteurs antinutritionnels (Andriantsoa Z.J., 2006).

I.7 - Les facteurs antinutritionnels

I.7.1 – Définition

Les facteurs antinutritionnels sont des substances présentes en quantités plus ou moins grandes, qui perturbent ou bloquent, après ingestion, l'utilisation digestive ou métabolique des nutriments.

I.7.2 – Les différents types de facteurs antinutritionnels

Chez les végétaux, il existe différents types de facteurs antinutritionnels comme les inhibiteurs d'enzymes, phytates, oxalates, saponines, glucosides cyanogénétiques, lectines, composés phénoliques tels que les tanins. Dans cette partie, seuls les facteurs antinutritionnels concernés par l'étude seront détaillés.

I.7.2.1 - Les glucosides cyanogénétiques

On rencontre dans de nombreux végétaux des substances désignées sous le nom générique d'« Hétérosides » ou « Glucosides vrais » qui, par hydrolyse, se dédoublent, par fixation de molécules d'eau, en un ou plusieurs sucres réducteurs et un ou plusieurs composés non glucidiques, appelés « aglycones », appartenant à des familles diverses de la chimie organique (phénols, aldéhydes, alcool, acides, acétones, composés sulfurés...). Parmi les plus importants des hétérosides figurent ceux qui, par hydrolyse, libèrent de l'acide cyanhydrique, d'où le nom de glucosides cyanogénétiques. L'acide cyanhydrique contenu dans ces hétérosides est un poison d'une extrême violence (Razafimahery R., 1953).

Les ions cyanides inhibent plusieurs systèmes enzymatiques, diminuent la croissance en interférant avec certains acides aminés essentiels et rendent quelques nutriments indisponibles.

L'intoxication par absorption de denrées contenant des glucosides cyanogénétiques se traduit par des nausées, de l'oppression, des vertiges, et une grande faiblesse musculaire. Ils causent aussi la toxicité aigüe, la neuropathie et même la mort (Osuntokun, 1972).

I.7.2.2 - Les Phytates

L'acide phytique ou myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexakis – dihydrogène phosphate est présent dans les grains de céréales et les graines de légumineuses.

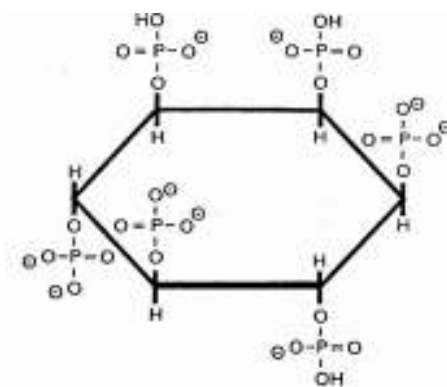


Figure 1 : Structure de l'acide phytique, myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5, 6 hexakis phosphate, d'après le modèle d'Anderson

Il chélate les éléments minéraux, spécialement le calcium, le magnésium, le fer et le molybdène. Ainsi, il est responsable de la réduction de la biodisponibilité de ces minéraux, formant un complexe insoluble pendant la digestion et interférant l'absorption de ces minéraux et leur utilisation par l'organisme.

Il peut aussi former un complexe avec les protéines, les protéases et les amylases du tractus intestinal, inhibant ainsi la protéolyse (Ramakrishna V. et al., 2006)

Il peut également interagir avec l'amidon, soit directement par formation de liaison hydrogène avec le groupement phosphate, soit indirectement par l'intermédiaire des protéines, réduisant aussi la solubilité et la digestibilité de l'amidon (Andriantsoa Z. J., 2006).

I.7.2.3 - Les composés phénoliques

Les composés phénoliques regroupent un vaste ensemble de substances chimiques comprenant au moins un noyau aromatique, et un ou plusieurs groupes hydroxyle, en plus d'autres constituants (Salunkhe, 1990).

Ils constituent une famille de molécules largement présente dans le règne végétal et sont caractérisés par la présence de plusieurs groupements phénoliques associés en structures plus ou moins complexes généralement de haut poids moléculaire.

Ils sont responsables de l'amertume et de l'astringence de plusieurs aliments (Bravo L., 1998).

Les polyphénols sont communément subdivisés en phénols simples, acides phénols (dérivés de l'acide benzoïque ou cinnamique), en coumarines, en quinones, en flavonoïdes et en formes polymérisées : lignines, tanins (Kansole M.M.R., 2009).

I.7.2.3.1 - Les tanins

Les tanins sont des substances d'origine organique que l'on trouve pratiquement dans tous les végétaux et dans toutes leurs parties (écorces, racines, feuilles...) et caractérisées par leur astringence. Leur structure complexe est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leur centre asymétrique, leur degré d'oxydation (Hemingway, 1992).

Ils peuvent se combiner avec les protéines par réaction avec la lysine ou les résidus de méthionine les rendant indisponibles pendant la digestion (Davis K.R., 1981). Ils peuvent inhiber l'utilisation des nutriments par l'intermédiaire d'enzyme d'inhibition et réduit ainsi leur digestibilité (Onwuka, 1983). Ils entraînent aussi la réduction de la palatabilité des aliments (Roeder, 1995).

Les tanins sont divisés en deux groupes : les tanins condensés et les tanins hydrolysables.

I.7.2.3.1.1 - Les tanins condensés

Les tanins condensés, appelés aussi proanthocyanidines, sont largement répandus dans l'alimentation humaine (fruits, légumes, thé, dattes, ...). Ce sont des oligomères ou polymères de flavan-3-ols qui ont la propriété de libérer des anthocyanes en milieu acide à chaud par rupture de la liaison inter-monomérique (Porter et al., 1986). Ils ne s'hydrolysent pas sous l'action des acides minéraux dilués mais forment à l'ébullition des composés insolubles appelés phlobaphènes ou rouge de tanins (Guignard, 1996).

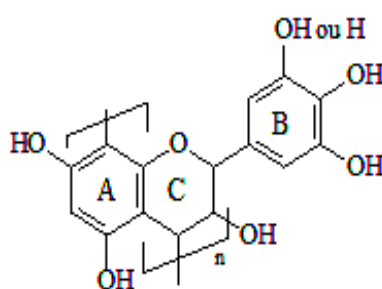


Figure 2 : Structure des tanins condensés

La structure complexe des tanins condensés est formée d'unités répétitives monomériques qui varient par leur centre asymétrique et leur degré d'oxydation (Hemingway, 1992). Les formes naturelles monomériques des flavan-3-ols se différencient par la stéréochimie des carbones asymétriques C2 et C3 et par le niveau d'hydroxylation du noyau B. On distingue ainsi les catéchines (dihydroxylées) des gallocatéches (trihydroxylées).

I.7.2.3.1.2 - Les tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont des esters de glucides ou de dérivés d'acides phénols ; la molécule glucidique est en général du glucose, mais dans certains cas des polysaccharides (Ribereau, 1968). Leurs polymères sont appelés des tannoïdes. Ce groupe de tanins est caractéristique des Angiospermes dicotylédones. En raison de leurs nombreux groupements OH, ces tanins se dissolvent plus ou moins (en fonction de leur poids moléculaire) dans l'eau, en formant des solutions colloïdales (Guignard, 1996).

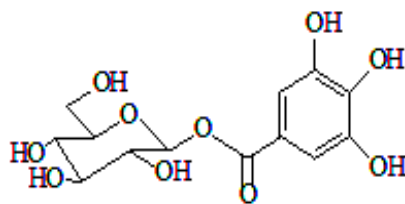


Figure 3 : Structure des tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont constitués d'un noyau central, le glucose, et de chaînes latérales (en position 1, 2, 3, 4 ou 6 sur le glucose) comprenant 1 à n monomère(s) d'acide phénol. Des liaisons carbones à carbone entre noyaux (liaisons diphényles réalisées par couplage oxydatif) conduisent à des molécules plus rigides de solubilité diminuée dites les tanins éllagiques (Guignard, 1996).

*Matériels
et méthodes*

PARTIE II : Matériels et méthodes

II.1 -Enquête de consommation

II.1.1 - Lieu d'étude

Le district d'Ambovombe – Androy comporte 19 communes, avec une population estimée à 265 142 habitants. Sa superficie est de 6 617 km² avec une densité de 40 populations au km². L'enquête a été menée dans 12 communes au niveau de 49 fokontany (Annexe 6).

II.1.2 - Population cible

Il s'agit des ménages, des cultivateurs et des commerçants, dont le tirage a été fait au hasard. Au total, 195 ménages, 185 cultivateurs et 70 commerçants ont été enquêtés.

II.1.3 – Recueil des données

Les informations recueillies auprès des ménages comportent :

- L'identification et les caractéristiques socioprofessionnelles de la personne préparant habituellement le repas du ménage
- Les caractéristiques socioprofessionnelles du chef de ménage
- Les caractéristiques socioéconomiques du ménage
- La fréquence de consommation des légumineuses au niveau du ménage
- Les modalités d'approvisionnement, de préparation et de consommation des légumineuses

Pour les cultivateurs, le questionnaire contient le mode de culture des légumineuses et la gestion des graines après récolte.

Enfin au niveau des commerçants, le prix en Ariary de un « kapoaka » de graines de légumineuses est l'essentiel.

II.1.4 – Type d'enquête

La méthode utilisée est une enquête individuelle par questionnaire. Pour les différentes unités de sondage, des visites à domicile ainsi que des entretiens individuels ont été effectués que ce soit pour les ménages, les cultivateurs et les commerçants.

II.1.5 - Déroulement de l'enquête

Une pré-enquête a été réalisée avant le démarrage de l'enquête afin de tester les questionnaires (présentés dans l'Annexe 3, 4, 5), de permettre à l'enquêteur de s'entraîner à poser les questions de façon standard et semblable, ainsi que d'identifier les éventuels problèmes pouvant survenir au cours de l'enquête.

Les enquêtes ont été effectuées à partir de la dernière semaine du mois d'Avril jusqu'en début du mois de Juin 2011. Un étudiant stagiaire en DEA accompagné à tour de rôle par un animateur du projet PSASA, effectuait les diverses enquêtes au niveau des zones d'intervention de ces animateurs.

II.1.6 - Saisie des données recueillies

Les données ont été saisies en utilisant un logiciel Epidata 3.1. Les masques de saisies étaient contrôlés afin de minimiser les erreurs de saisie.

II.1.7 - Traitement statistique des données

Le logiciel Epidata-Analysis version 2.2.0.169 a été utilisé pour les traitements des données. Les principaux buts étaient de :

- Déterminer les fréquences de consommation des graines de légumineuses, ainsi que les modalités de consommation et de préparation de ces graines
- Calculer les valeurs moyennes des prix des graines de légumineuses
- Connaître le mode de culture ainsi que le mode de gestion des graines après récolte

II.2 - Choix des échantillons à étudier

Les résultats partiels de l'enquête ont permis d'identifier les variétés de légumineuse les plus consommées dans la région, parmi les semences du PSASA. Il est à noter que le PSASA veut

connaître la composition nutritionnelle de leurs semences en légumineuses, pour pouvoir les comparer avec des variétés distribuées par le PAM et pour une utilisation ultérieure dans l'alimentation infantile. A l'issue de l'enquête, certains échantillons ont été alors gracieusement fournis par le projet. Ces échantillons comprennent des graines comestibles comme le pois cajan, la dolique, 3 différentes variétés de haricot, ainsi que 3 variétés de haricot de Lima, le niébé local, et des variétés non comestibles telles que le mucuna et le pois de vache. Au total, 12 échantillons feront l'objet d'analyses biochimiques. Ces légumineuses sont classées dans :

Règne	: PLANTAE	Sous-classe	: ROSIDAE
Sous-règne	: TRACHEOBIONTA	Ordre	: FABALES
Division	: MAGNOLIOPHYTA	Famille	: FABACEAE
Classe	: MAGNOLIOPSIDA	Sous-famille	: FABOIDEAE
Noms scientifiques des légumineuses (genres et espèces)		Noms vernaculaires en français des légumineuses	Noms vernaculaires en malagasy des légumineuses
<i>Cajanus cajan</i>		Pois cajan, ambrevade	Ambatry
<i>Lablab purpureus</i>		Dolique brune et blanc	Antaka foty sy mena
<i>Phaseolus vulgaris</i>		Haricot blanc, haricot marbré rouge, haricot sang de bœuf	Tsaramaso foty, tsaramaso vanda mena, tsaramaso mena
<i>Phaseolus lunatus</i>		Pois du cap, haricot de Lima	Kabaro, konoke foty, konoke paro mainty, konoke paro mena
<i>Vigna unguiculata</i>		Niébé rouge	Voanemba mena
<i>Mucuna pruriens</i>		Mucuna	
<i>Canavalia ensiformis</i>		Pois de vache	

II.3 - Préparation des échantillons

Pour les analyses, on utilise des graines séchées. Elles sont préalablement préparées comme suit : les graines sont triées manuellement, c'est-à-dire on sépare celles de bonne qualité à

tégument lisse et de couleur homogène, des impuretés. Puis les graines sèches bien triées sont réduites en farine. La poudre obtenue est répartie dans des bocaux pour servir aux diverses analyses biochimiques.

II.4 - ETUDE DE LA VALEUR NUTRITIONNELLE

II.4.1 - DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU ET EN MATIERE SECHE

- Principe

Il s'agit d'enlever la totalité de l'eau de l'échantillon par dessiccation à l'étuve à $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'à obtention d'une masse constante (Multon, 1991).

- Mode opératoire

Environ 5g de farine sont introduits dans une capsule sèche préalablement tarée. Après 24 heures d'étuvage à $103\pm 2^{\circ}\text{C}$, le tout est refroidi dans un dessiccateur puis pesé jusqu'à l'obtention d'une masse constante.

- Expression des résultats

La teneur en eau exprimée en grammes pour 100g d'échantillon est donnée par la formule suivante :

$$H\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

Avec :

H% : teneur en eau pour 100g d'échantillon

m_0 : masse en g de la capsule vide et sèche

m_1 : masse en g de la capsule munie de la prise d'essai avant étuvage

m_2 : masse en g de la capsule munie de la prise d'essai après étuvage

La teneur en matières sèches (MS%) est déduite selon la formule ci-après :

$$MS\% = 100 - H\%$$

MS% = teneur en matières sèches exprimée en g pour 100g d'échantillon

H% = teneur en eau exprimée en g pour 100g d'échantillon

II.4.2 - DETERMINATION DE LA TENEUR EN PROTEINES TOTALES

La méthode utilisée est celle de KJELDAHL décrite selon AFNOR (1993).

- Principe

La détermination de la teneur en protéines est réalisée selon la méthode de KJELDAHL. Elle consiste en une détermination de la quantité d'azote des protéines à l'état minéral.

- Mode opératoire

Minéralisation

Dans un matras du minéralisateur, on introduit 0,5g d'échantillon, 0,7g de catalyseur et 10ml d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4 concentré). Le matras est chauffé pendant 6 heures jusqu'à ce que son contenu soit limpide.

Distillation

Le minéralisat ainsi que l'eau de rinçage du matras sont transvasés dans le tube du distillateur pour la distillation. Un bécher contenant 10ml d'acide borique 4%, ainsi que 3 gouttes du réactif de Tashiro est placé au-dessous du tuyau évacuateur du distillateur.

Dosage de l'ammoniac libéré

Le distillat contenant l'ammoniac est dosé avec une solution d'acide sulfurique 0,1N jusqu'à la persistance du virage de coloration.

- Expression des résultats

La teneur en azote totale est déterminée selon la formule suivante (AFNOR, 1993) :

$$N\% = \frac{V \times N \times 0,014 \times 100}{m}$$

Avec :

N% : teneur en azote totale en g pour 100g d'échantillon

V : volume en ml de l'acide sulfurique (0,1N) utile pour obtenir le virage

N : normalité de l'acide sulfurique utilisé lors du titrage

m : masse en g de l'échantillon

La teneur en protéines totales correspondante est obtenue en multipliant la teneur par 6,25.

D'où :

$$P\% = N \times 6,25$$

6,25 = facteur de conversion

II.4.2.1 – DETERMINATION QUANTITATIVE DES ACIDES AMINES

La qualité d'une protéine est essentiellement fonction de sa composition en acides aminés essentiels.

- Mode de calculs

Les caractéristiques de variation de composition en acides aminés des graines (légumineuses et/ou céréales) obéissent aux mêmes types de relations linéaires qui sont définies par 3 coefficients déterminables expérimentalement.

Connaissant ces coefficients, la composition précise en acides aminés des graines à partir de leurs taux d'azote peut être calculée. Pour ce faire, la méthode décrite par MOSSE J. (1990) a été adoptée.

- Le taux (Ax) en acide aminé en g pour 100g de matière sèche est obtenu par la formule :

$$Ax = (ax \cdot N + bx)/1000$$

- La concentration (Cx) en acide aminé en g pour 100g de protéines brutes par la suivante :

$$Cx = (ax + bx / N) 0.016$$

ax : pente de la droite de régression

bx : ordonné à l'origine

II.4.2.2 – DETERMINATION DE L'INDICE CHIMIQUE ET IDENTIFICATION DE L'ACIDE AMINE FACTEUR LIMITANT

On entend par "indice chimique" le rapport le plus faible entre la quantité de chaque acide aminé essentiel contenu dans la protéine considérée et la quantité de chaque acide aminé correspondant de la protéine de référence.

Deux profils de référence selon FAO/OMS/UNU (1986) ont été utilisés : l'un pour les jeunes enfants âgés de moins de 2 ans et l'autre pour tous les autres sujets, adultes compris (Annexe 9).

Le calcul de cet indice est donné par la relation suivante :

$$\text{Indice chimique} = \frac{\text{Taux d'acide aminé dans la protéine étudiée}}{\text{Taux du même acide aminé dans la protéine de référence}} \times 100$$

L'acide aminé correspondant à l'indice chimique le plus faible constitue le facteur limitant.

II.4.3 - DETERMINATION DE LA TENEUR EN LIPIDES

La méthode utilisée est celle mise au point par Sauvan (1986) qui est une méthode de dosage gravimétrique utilisant la n-hexane pour extraire la matière grasse (Multon et Wolff, 1991).

- Principe

La matière grasse est extraite par l'hexane. Après évaporation du solvant, le résidu est séché puis pesé (Multon et Wolff, 1991).

- Mode opératoire

Dans une cartouche à extraction exempte de matières grasses et recouverte d'un tampon de coton dégraissé, sont introduits 5g de poudre d'échantillon. La cartouche est placée dans un extracteur « soxhlet » muni d'un système réfrigérant ascendant et d'un ballon à col rodé préalablement séché et taré, contenant le solvant d'extraction (hexane), soit 2/3 du volume du ballon (NFV 03-908, 1998).

Le tout est placé sur une chauffe ballon à température égale à 30°C pendant 12 heures. L'ébullition est stabilisée par des billes de verre. Le solvant d'extraction s'évapore à travers le soxhlet, se condense au niveau du réfrigérant, siphonne et retourne dans le ballon, apportant avec lui les résidus lipidiques. Ce cycle se répète plusieurs fois. Par suite, le solvant est éliminé au rotavapor à 50°C. A la fin, le ballon sec contenant la matière grasse est pesé.

- Expression des résultats

La teneur en lipides est donnée par la relation :

$$MG\% = \frac{m_2 - m_1}{m_0} \times 100$$

Avec :

MG% : teneur en matières grasses exprimée en g pour 100g d'échantillon

m_0 : masse en g de l'échantillon

m_1 : masse en g du ballon avec les billes de verre avant extraction

m_2 : masse en g du ballon avec les billes de verre et la matière grasse après extraction

II.4.4 - DETERMINATION DE LA TENEUR EN GLUCIDES TOTAUX

- Principe

Le taux de glucides totaux de l'échantillon est déduit de la différence entre la teneur en extrait sec et la somme des teneurs en protéines, en lipides, en cendres brutes et en eau (Adrian et al., 1995).

- Expression des résultats

La teneur en glucides totaux, exprimée en g pour 100g d'échantillon, est donnée par la relation suivante :

$$\text{GT}\% = 100 - (\text{H}\% + \text{P}\% + \text{MG}\% + \text{CB}\%)$$

Avec :

GT% : teneur en glucides totaux en g pour 100g d'échantillon

H% : teneur en eau en g pour 100g de MS

P% : teneur en protéines en g pour 100g de MS

MG% : teneur en lipides en g pour 100g de MS

CB% : teneur en cendres brutes en g pour 100g de MS

II.4.5 - DETERMINATION DE LA TENEUR EN CENDRES BRUTES

- Principe

Il consiste en une incinération des échantillons à 550°C dans un four à moufle pendant 3 heures, puis en un pesage des résidus.

- Mode opératoire

Dans une capsule d'incinération séchée et préalablement tarée, 5g de farine sont introduits. Après 3 heures d'incinération, des cendres brutes sont obtenues, puis refroidies et pesées.

- Expression des résultats

La teneur en cendres brutes exprimée en g pour 100g de matières sèches est calculée par la formule :

$$\text{CB}\% = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

Avec :

CB% : teneur en cendres brutes en g pour 100g d'échantillon

m_0 : masse en g de la capsule d'incinération vide

m_1 : masse en g de la capsule munie de l'échantillon avant incinération

m_2 : masse en g de la capsule avec les cendres

II.4.6 - DETERMINATION DE LA VALEUR ENERGETIQUE

- Principe

La valeur énergétique globale correspond à l'énergie libérée par la combustion des glucides, des protéines et des lipides contenus dans l'aliment, en tenant compte des coefficients de digestibilité des nutriments énergétiques (Greenfeld et Southgate, 1992).

- Expression des résultats

En utilisant les indices d'ATWATER : 1g de glucides fournit 4Kcal, 1g de protéines fournit 4Kcal, et 1g de lipides fournit 9Kcal, la valeur énergétique exprimée en kilocalories (Kcal) apportée par 100g de MS est donnée par la relation suivante :

$$E(\text{kcal}) = (9 \times L) + (4 \times GT) + (4 \times P)$$

Avec :

L : Teneur en lipides en g/100g de MS

GT : Teneur en glucides totaux en g/100g de MS

P : Teneur en protéines en g/100g de MS

II.5 - ETUDE DE QUELQUES FACTEURS ANTINUTRITIONNELS

II.5.1 – DOSAGE DES PHYTATES

La méthode utilisée est celle décrite par Latta, Eskin (1980) et Vaintraub, Lapteva (1988) et qui a été adaptée par Rahelimandimby (2011).

- Principe

L'acide sulfosalicylique forme en solution un complexe coloré (rose-violet en milieu acide) avec le fer. Ce complexe se décolore en présence d'acide phytique, car le fer va être capté par l'acide phytique, qui a un pouvoir chélatant plus fort que celui de l'acide sulfosalicylique.

- Mode opératoire

La préparation des réactifs et de la gamme étalon est décrite dans l'Annexe 1.

Extraction des acides phytiques présents dans les légumineuses

Environ 150mg de chaque échantillon de légumineuse broyée sont introduits dans des tubes de 10ml. Pour chaque série d'analyse, peser également 300mg de farine témoin (farine de sarazin). 5ml de HCl à 2,4% sont ajoutés dans chaque tube. Les tubes sont laissés au repos pendant 2 heures à température ambiante, en vortexant chaque tube pendant 15 secondes, toutes les 10 minutes. Au bout des 2 heures, les tubes sont centrifugés pendant 30 minutes à 6000 rpm, à 25°C. Le surnageant obtenu est réparti en deux : une partie est transférée dans des tubes Ependorf à raison de 1ml et peut être conservée au frigo pour des analyses ultérieures et une autre quantité de 200µl est diluée 25 fois dans des tubes de 10ml, en ajoutant 4,8ml d'eau distillée, et en agitant chaque tube 5 secondes au vortex.

Dosage des acides phytiques totaux

Le spectrophotomètre est allumé au moins 20 minutes à l'avance. Prélever 750µl de dilution 1/25 (ou de gamme étalon) que l'on transfère dans des tubes Ependorf et que 250µl de solution de Rose de Wade y sont ajoutés. Le mélange est vortexé 5 secondes, puis si la solution contient des impuretés, on centrifuge pendant 10 minutes à 10000 rpm (10621g). Le contenu est ensuite transvasé dans une cuve de 1,5ml et l'absorbance est lue à 500nm contre un blanc (eau distillée). La densité optique doit si possible être comprise entre 0,300 et 0,500 (si $DO < 0,250$: refaire un dosage avec une quantité plus élevée d'échantillon).

- Expression des résultats

En reportant les points de la gamme étalon sur un graphique (avec en abscisse la concentration en phytates et en ordonnée la densité optique mesurée), on peut tracer la droite de régression linéaire dont l'équation est :

$$\text{DO 500nm} = a [\text{Acides Phytiques}] + b$$

Après détermination de la valeur des paramètres « a » et « b », il est possible de déduire la concentration en acide phytique:

$$\text{Acides Phytiques (mg/g MS)} = [(\text{DO 500nm} - b) \times D] / (a \times \text{MS})$$

Avec:

[Acides Phytiques] : concentration en acides phytiques en µg/ml

Acides Phytiques : quantité d'acides phytiques en mg/g de matière sèche

DO à 500nm : densité optique ou absorbance de l'échantillon à 500nm

b : ordonnée à l'origine de la droite

D : facteur de dilution de l'échantillon : 5*25 pour les extractions avec 5ml d'HCl 2.4%

a : pente de la droite de régression (toujours négative)

MS : masse sèche initiale de l'échantillon à analyser (en mg)

II.5.2 – DOSAGE DES COMPOSES PHENOLIQUES TOTAUX

La méthode employée est celle décrite selon Singleton et al. (1999) et Hayes et al. (2011).

- Principe

Les extraits contenant les composés phénoliques, traités avec le réactif de Folin – Ciocalteu en milieu alcalin, développent une coloration bleutée (du vert au violet) dont l'absorbance est mesurée à 765nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

- Mode opératoire

La préparation des réactifs et de la gamme étalon est décrite dans l'Annexe 2.

Extraction des composés phénoliques

Dans des tubes de 10ml, 200mg de chaque échantillon sont pesés. 4ml de méthanol sont ajoutés dans chaque tube avec une pipette. Le mélange est vortexé pendant 30 secondes puis placé dans un bain ultrasonique pendant 10 minutes puis revortexé pendant 30 secondes et remis

dans le bain ultrasonique pendant 10 minutes. Les tubes contenant le mélange sont ensuite centrifugés pendant 10 minutes à 6000 g à 4°C. Après centrifugation, 3ml de surnageant sont prélevés puis versés dans un tube protégé de la lumière, et 2ml du surnageant sont mis dans un tube Ependorf protégé aussi de la lumière, que l'on peut stocker au frigo pour d'éventuelles analyses.

Dosage des phénols totaux

Dans un tube Ependorf de 2ml, ajouter 100µl de méthanol, 100µl de l'extrait méthanolique, 100µl du réactif de Folin – Ciocalteu, 700µl de carbonate de Sodium à 20%, 1000µl d'eau distillée. Le mélange est vortexé rapidement et incubé à température ambiante à l'abri de la lumière pendant 1 heure. Après incubation, on centrifuge les tubes pendant 5 minutes à 6000 g à 4°C s'il y a présence de dépôt. L'absorbance est ensuite lue à 765nm contre le méthanol comme blanc.

- Expression des résultats

La teneur en phénols totaux est exprimée en g d'acide gallique (AG).

En reportant les points de la gamme étalon sur un graphique (avec en abscisse la concentration en phénols totaux et en ordonnée la densité optique mesurée), on peut tracer la droite de régression linéaire dont l'équation est :

$$\text{DO 765nm} = a [\text{Phénols totaux}] + b$$

Après détermination de la valeur des paramètres « a » et « b », il est possible de déduire la concentration en phénols totaux:

$$\text{Phénols totaux (g AG/100g MS)} = [(\text{DO 765nm} - b) \times D] / (a \times \text{MS})$$

Avec :

[Phénols totaux] : concentration en phénols totaux en µg/ml

Phénols totaux : quantité de phénols totaux en g AG/100 g de matière sèche

DO à 765nm : densité optique ou absorbance de l'échantillon à 765nm

b : ordonnée à l'origine de la droite

D : facteur de dilution de l'échantillon

a : pente de la droite de régression

MS : masse sèche initiale de l'échantillon à analyser (en mg)

II.5.3 – DOSAGE DES TANINS CONDENSES

La méthode décrite selon Porter et al. (1986) a été adoptée.

- Principe

Les tanins condensés sont hydrolysés en présence d'HCl et de fer sulfate à chaud. Les unités intermédiaires sont alors converties en anthocyanes colorées (rouge) et quantifiées par densité optique au spectrophotomètre à 520nm.

- Mode opératoire

Une solution de fer ammonium sulfate, $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 2% w/v est préparée dans du HCl 2M.

Environ 50mg d'échantillon broyé sont pesés, auquel on ajoute 6ml de nButanol/HCl (95/5, v/v) et 200µl de solution ferrique. Le mélange est vortexé puis chauffé pendant 45 minutes à 95°C. On le laisse refroidir et on vortex de nouveau. Le tout est transvasé dans un tube en plastique puis centrifugé à 6000 rpm pendant 5 minutes à 4°C.

Dans des tubes Ependorf, on procède à des dilutions :

- 1/4 : 250 µl du surnageant + 750µl de nButanol/HCl
- 1/10 : 100µl du surnageant + 900µl de nButanol/HCl

Le mélange est centrifugé à 6000 rpm, pendant 5 minutes à 4°C et la densité optique est lue à 550nm. La gamme étalon est faite à partir de tanins purifiés (tanins de pépins de raisin purifié) en pesant différentes quantités et en traitant ces dernières comme les échantillons :

- 3,8mg (0,613mg/ml)
- 10,1mg (1,629mg/ml)
- 16,8mg (2,710mg/ml)

- Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en g d'équivalent tanin pour 100g de MS.

En reportant les points de la gamme étalon sur un graphique avec en abscisse, la concentration en tanins (mg/ml) et en ordonnée, la densité optique mesurée à 550nm, on peut tracer la droite de régression linéaire dont l'équation est :

$$\text{DO 550 nm} = a [\text{Tanins}] + b$$

Après détermination de la valeur des paramètres « a » et « b », il est possible de déduire la concentration en tanins.

$$\text{Tanins (g/100g de MS)} = [\text{DO 550nm} - b] \times D / (a \times \text{MS})$$

Avec:

[Tanins] : concentration en tanins en mg/ml

Tanins (g/100g de MS) : quantité en tanins en g pour 100g de matière sèche

DO à 550nm : densité optique ou absorbance de l'échantillon à 550nm

b : ordonnée à l'origine de la droite

D: facteur de dilution de l'échantillon

a : pente de la droite de régression

MS : masse sèche initiale de l'échantillon à analyser (en mg)

II.5.4 - DOSAGE DES COMPOSES CYANOGENES

DETERMINATION QUANTITATIVE (Alkaline titration method)

La méthode adoptée est celle de Dziedzoave et al. (2006).

- Principe

L'acide cyanhydrique libéré par hydrolyse enzymatique est entraîné par la vapeur d'eau, récupéré dans une solution alcaline et titré par argentimétrie.

- Mode opératoire

Une quantité de 10 à 20g d'échantillon broyé est pesée. Mettre dans un ballon à distillation, ajouter environ 200ml d'eau distillée et laisser reposer 2 à 4 heures, dans le but de libérer tous les composés cyanogènes.

Cependant, garder le ballon relié à un appareil de distillation qui est déjà rempli de solution combinée alcaline. Distiller à vapeur et recueillir 150 à 200ml de distillat dans une solution de 0,5g de NaOH dans 20ml d'eau distillée. Avec 100ml de distillat (il est préférable de le diluer avec un volume de 20ml et titrer un échantillon de 100ml) ajouter 8ml de 5% d'iodure de potassium et titrer avec 0,02N de nitrate d'argent (1ml de 0,02N de nitrate d'argent correspond à 1,08mg d'acide cyanhydrique) à l'aide d'une burette graduée précisément.

La phase finale est indiquée par une faible turbidité mais permanente qui est facilement reconnue, spécialement contre un arrière plan noir.

- Expression des résultats

La teneur en acide cyanhydrique est donnée par la formule suivante :

$$\text{HCN (mg/kg)} = \frac{1000 \times 1,08}{W}$$

Avec : HCN : teneur en acide cyanhydrique

W : masse (g) de l'échantillon broyé

II.6 – TEST DE CUISSON

Des essais de cuisson sur quelques échantillons comestibles ont été entrepris dans le but de déterminer le temps nécessaire pour cuire chaque variété.

Deux méthodes ont été adoptées : la méthode au laboratoire selon Mattson (1946) et la cuisson traditionnelle à laquelle toute ménagère est habituée.

- **Mode opératoire**

Pour la méthode de Mattson, les graines sont placées une à une dans l'appareil de Mattson, entre le support troué et l'aiguille munie de tige de même poids. La manipulation se fait dans un bain thermostaté de 100°C, contenant de l'eau distillée. Les échantillons sont dits « cuits » lorsque les aiguilles du matériel ont transpercé les graines.

Pour la cuisson traditionnelle, les matériels utilisés sont : du bois ou du charbon comme combustible et une cocotte en aluminium. L'opération est menée à 100°C. Les graines sont dites « cuites » lorsqu'elles ont une texture molle et onctueuse.

II.7 – ANALYSE SENSORIELLE SUR QUELQUES LEGUMINEUSES

L'analyse sensorielle consiste à analyser les propriétés organoleptiques des produits par les organes des sens. C'est un outil fiable et indépendant qui permet d'évaluer la préférence des consommateurs, et de décrire les caractéristiques des produits testés.

Dans une évaluation sensorielle, il existe différentes épreuves :

- l'épreuve analytique comprenant les épreuves discriminatives et les épreuves descriptives
- l'épreuve hédonique

II.7.1 – Choix des échantillons à évaluer

L'analyse sensorielle portait sur les variétés de haricot de nos échantillons : haricot marbré rouge (tsaramaso vanda mena) et haricot sang de bœuf (tsaramaso mena). Ces légumineuses ont été choisies du fait de leur disponibilité en quantité.

Pour pouvoir établir le profil sensoriel de ces échantillons, des variétés de haricots secs collectées sur le marché d'Analakely ont été utilisées pour identifier des descripteurs, à

savoir : le haricot rouge (petite taille), haricot tacheté rouge, haricot blanc, haricot blanc (petite taille), haricot vert.

II.7.2 - Préparation des échantillons

Pour que la préparation soit homogène, les conditions de cuisson ont été les mêmes pour chaque variété : la quantité de graines, la quantité d'eau pour la cuisson et le temps de cuisson.

Les échantillons sont cuits avec seulement de l'eau dans une marmite, avec du charbon comme combustible. 1/2 kapoaka de légumineuses est ajouté dans une marmite avec 1 litre d'eau. Une fois le niveau de l'eau de cuisson bas, on rajoute 1/2 litre d'eau et ainsi de suite jusqu'à cuisson des graines.

II.7.3 – Méthode utilisée pour l'analyse sensorielle

L'analyse descriptive a été l'épreuve adoptée.

L'évaluation d'une grandeur sensorielle complexe implique une méthodologie basée sur la recherche et la quantification des descripteurs appropriés. L'établissement du profil flash a été utilisé.

Principe

Le profil flash a été conçu pour répondre de manière souple et rapide à au moins l'un des objectifs principaux du profil sensoriel : établir le positionnement sensoriel relatif d'un produit. Elle associe d'une part une méthodologie de type « profil libre » laissant libre chaque sujet du choix de ses termes ainsi que de leur nombre et d'autre part une évaluation comparative simultanée de l'espace produit effectuée de façon quantitative.

Mode de présentation des produits

Les produits codés ont été présentés aux juges dans les cabines individuelles du LAS, aménagées selon la norme AFNOR V09-105. Au total, 8 juges ont évalué les produits.

Résultats

PARTIE III : Résultats

L'enquête a pu être menée auprès de 195 ménages et 185 cultivateurs de 49 fokontany dans 12 communes du district d'Ambovombe-Androy et auprès de 70 commerçants au sein de 6 fokontany dans 5 communes.

III.1 – Caractéristiques des enquêtés

Les caractéristiques socioprofessionnelles des cultivateurs, des commerçants et des ménages sont résumées dans le tableau III.1.1, III.1.2 et III.1.3 et III.1.4 respectivement.

Tableau III.1.1 : Caractéristiques socioprofessionnelles des cultivateurs

Caractéristiques	Pourcentage
Classe d'âge (N=185)	
- ≤ 40	56,21%
- $40 < \text{âge} \leq 80$	43,23%
- $80 <$	0,54%
Religion (N=185)	
- Catholique	40%
- Protestant	99%
- Autre	46%

Les cultivateurs enquêtés sont âgés entre 40 et 80 ans et dont la majorité sont croyants protestants.

Tableau III.1.2 : Caractéristiques socioprofessionnelles des commerçants

Caractéristiques	Pourcentage
Classe d'âge (N=70)	
- ≤ 20	5,7%
- $20 < A \leq 40$	58,6%
- $40 < A \leq 60$	34,3%
- $60 <$	1,4%
Religion	
- Catholique	27,1%
- Protestant	65,7%
- Autres	7,1%

Les commerçants sont âgés entre 20 et 40 ans majoritairement.

Tableau III.1.3 : Caractéristiques socioprofessionnelles de la personne préparant les repas et du chef de ménage

Caractéristique	Personne préparant le repas		Chef de ménage	
Classe d'âge	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 25 • $25 < A \leq 40$ • $40 < A \leq 60$ • > 60 	20,5% 42,7% 21,3% 5,6%	<ul style="list-style-type: none"> • ≤ 25 • $25 < A \leq 40$ • $40 < A \leq 60$ • > 60 	5,5% 41% 41,3% 12,1%
Age moyen \pm ET	37,47 \pm 13,59		44,41 \pm 14,26	
Sexe				
-masculin	3,6%		87,2%	
-féminin	96,4%		12,8%	
Niveau d'instruction				
-sait lire	62,1%		71,8%	
-ne sait pas lire	37,9%		28,2%	
-sait écrire	49,7%		64,6%	
-ne sait pas écrire	50,3%		35,4%	
Croyance religieuse				
-catholique	22,1%			
-protestant	54,4%			
-autre	23,6%			
Situation matrimoniale				
-célibataire	11,9%			
-mariée	83%			
-veuve	5,2%			
Groupe ethnique				
-merina	1%			
-antandroy	98,5%			
-autre	0,5%			

La personne préparant habituellement le repas du ménage est majoritairement de sexe féminin et le chef de ménage de sexe masculin. L'âge moyen des enquêtés est de 37 et 44 ans respectivement.

Tableau III.1.4 : Caractéristiques socioéconomiques des ménages

Caractéristiques	Pourcentage
Statut d'occupation de la maison <ul style="list-style-type: none"> • <i>propriétaire</i> • <i>locataire</i> • <i>titre gratuit</i> 	97,9 1 1
Nombre de pièces habitables <ul style="list-style-type: none"> • < 3 • 3 • >3 	85,6 8,7 5,7
Nature du sol <ul style="list-style-type: none"> • <i>natte</i> • <i>ciment</i> • <i>bois</i> • <i>autre</i> 	13,3 29,2 55,4 2,1
Source d'approvisionnement en eau <ul style="list-style-type: none"> • <i>eau de pluie</i> • <i>autre</i> 	93,8 6,2
Nombre de seaux d'eau utilisé par jour <ul style="list-style-type: none"> • <5 • 5 à 10 • >10 	54,3 40,5 5,1
Traitement utilisé pour l'eau <ul style="list-style-type: none"> • <i>aucun traitement</i> • <i>porter à ébullition</i> • <i>autre</i> 	98,5 1 0,5
Combustible utilisée pour cuisiner <ul style="list-style-type: none"> • <i>bois</i> • <i>charbon</i> 	90,3 9,7
Lieu de cuisine <ul style="list-style-type: none"> -A l'intérieur de la maison-cuisine séparée -A l'intérieur dans une pièce non séparée -A l'extérieur de la maison dans une pièce -En plein air sous abri -En plein air sans abri 	4,6 0,5 57,4 28,7 8,7
Niveau économique <ul style="list-style-type: none"> -Indice ≤ 51 -Indice entre 51 et 63 -Indice > 63 	29,7 50,4 19,7

En se référant au niveau économique des ménages, la population enquêtée se trouve dans la classe moyenne.

Le bois est le principal combustible pour cuisiner et l'eau de pluie essentiellement l'approvisionnement en eau des ménages.

III.2 – Nature des données recueillies

III.2.1- Auprès des cultivateurs

III.2.1.1– Système de culture des légumineuses

La majorité de la population dans la région Androy vit de l'agriculture. Les paysans adoptent deux pratiques différentes : la culture pure et la culture associée.

La culture pure est un système consistant à cultiver une même espèce végétale sans association avec d'autres espèces sur une parcelle. Par contre, la culture associée consiste à cultiver plusieurs espèces végétales ou variétés sur la même parcelle en même temps (Andrews et Kassam, 1976).

Plusieurs variétés de légumineuses sont cultivées dans la région. Le tableau suivant résume celles qui sont les plus couramment cultivées.

Tableau III.1.5 : Effectif des agriculteurs cultivant les variétés de légumineuses

Légumineuses	Effectif (N)
Konoke foty pisaka	11
Konoke foty boribory	67
Konoke paro mena	99
Konoke paro mainty	53
Ambatry gasy	53
Ambatry foty	60
Antaka foty mena	170
Voanemba menakely	170
Voanjo katra	30
Voanjobory	107
Tsaramaso mena	41
Tsaramaso foty	22
Kabaro	57
Petit pois	13

Les variétés antaka foty mena, voanemba mena et voanjobory sont les plus cultivées, tandis que les konoke foty pisaka et petit pois les moins cultivées. La fréquence de pratique des 2 systèmes de culture sur ces légumineuses peut être résumée dans la figure 4.

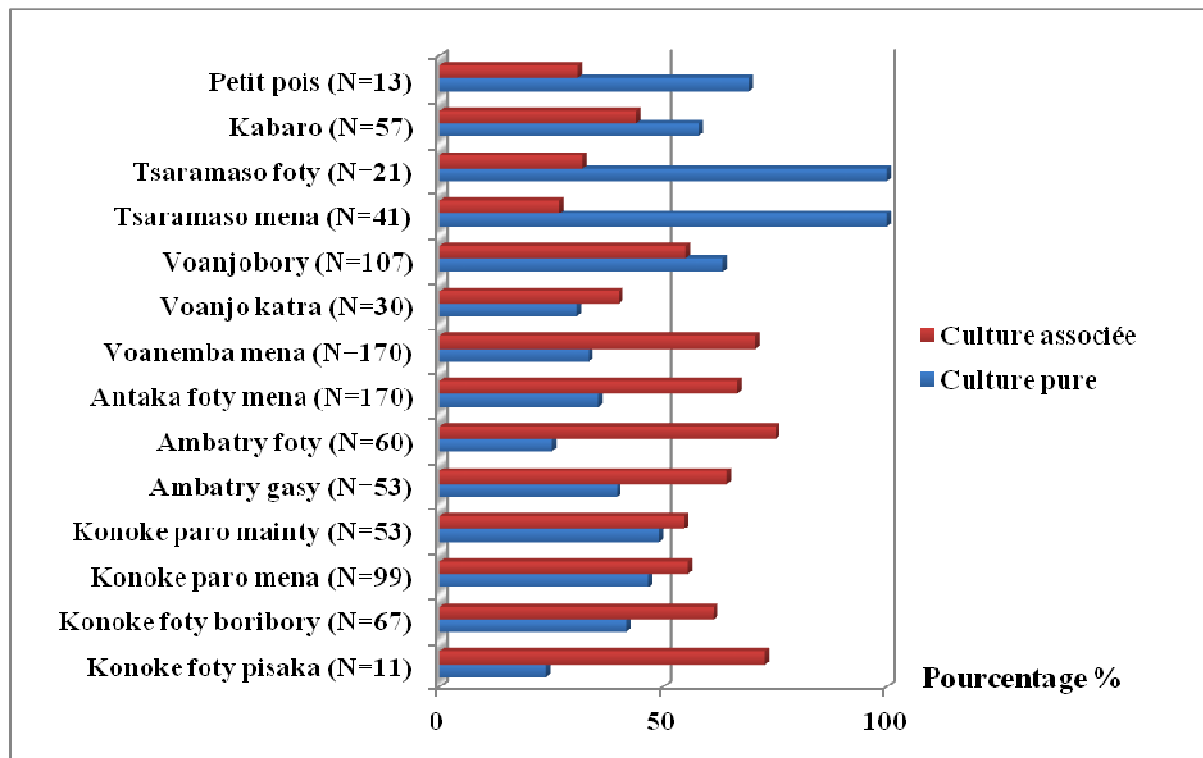


Figure 4 : Fréquence de pratique des systèmes de culture sur les légumineuses les plus cultivées

Les cultivateurs pratiquent moins la culture pure que la culture associée. Les variétés de tsaramaso sont les plus cultivées en culture pure, ainsi que le petit pois, kabaro et voanjobory. Tandis que les variétés de konoke, d'ambatry, d'antaka, de voanjo katra et de voanemba mena sont cultivées en culture associée. Ces légumineuses sont le plus souvent associées à des cultures de céréales comme le maïs, mil, sorgho.... Dans ce système, les légumineuses fournissent de l'azote aux céréales par une relation symbiotique et ces derniers favorisent un rendement important aux légumineuses.

III.2.1.2 – Système de gestion des légumineuses après la récolte

Après la récolte, les cultivateurs partagent leurs produits en des quantités à vendre, à stocker et à consommer comme l'indique la figure 5.

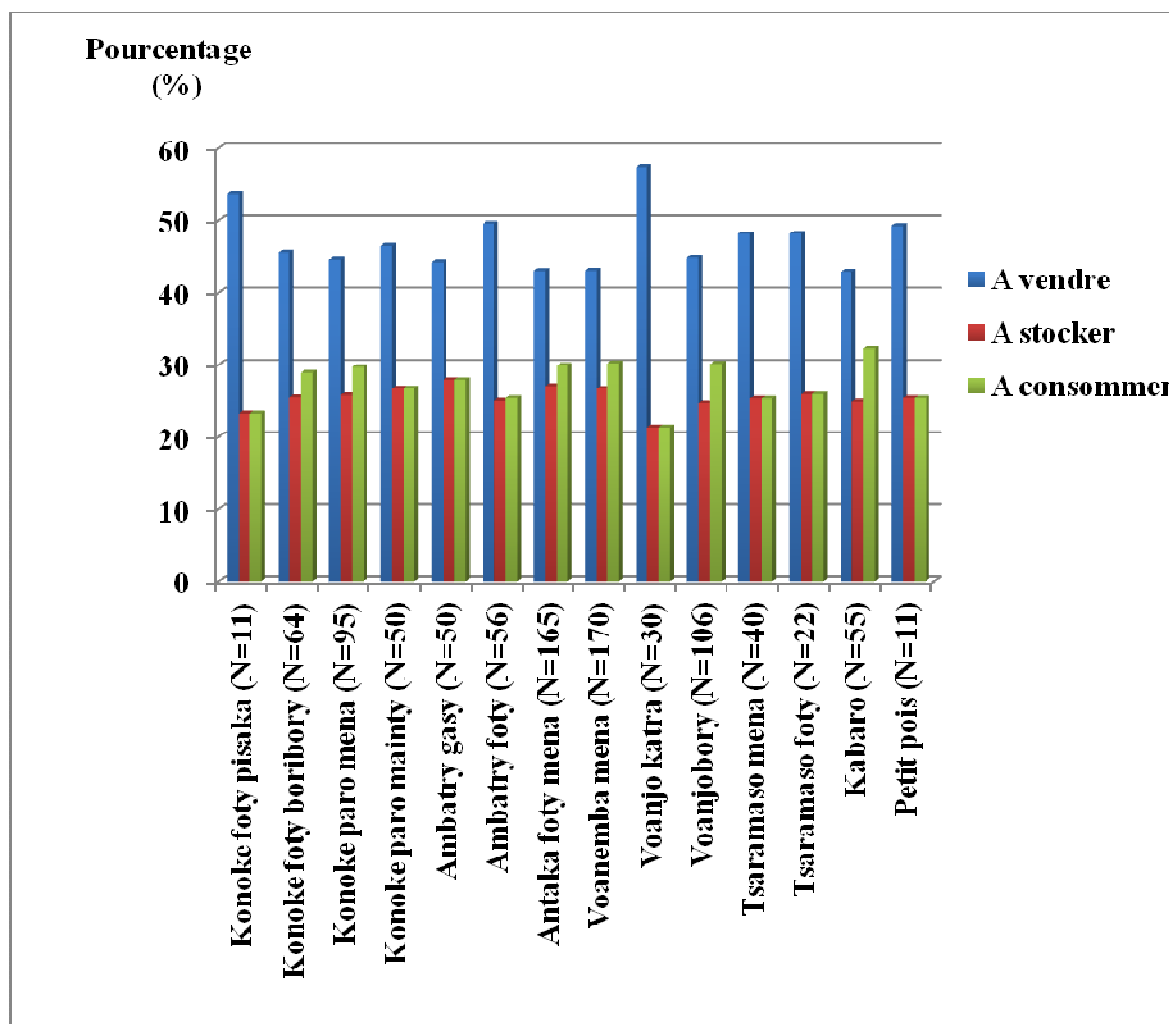


Figure 5 : Système de gestion des légumineuses après récolte

Les quantités de légumineuses à vendre (plus de 40% en moyenne) sont beaucoup plus importantes par rapport à celles destinées à la consommation et au stockage. En effet, la vente permet quelques revenus qui serviront principalement aux besoins de la famille ou du ménage. Après la vente, vient la consommation car la majorité de la population vivent de ce qu'elles cultivent.

Le stockage servira d'une part, de réserve en prévention des périodes de soudure comme le « kere » ou d'autres situations difficiles et d'autre part, pour la réserve de semence pour la prochaine période de culture.

III.2.2 – Auprès des commerçants

III.2.2.1– Prix des légumineuses

Comme on peut voir sur le tableau III.1.6, les prix des légumineuses diffèrent selon la variété. Ils vont de 95 à 1000 Ariary le kapoaka.

Tableau III.1.6 : Prix des légumineuses récoltés sur les marchés

Légumineuses	Effectif (N)	Moyenne \pm ET	Médiane	Minimum	Maximum
Konoke foty	3	225 \pm 106,07	225	150	300
Konoke paro mena	1	100 \pm 0,00	100	-	-
Konoke paro mainty	2	95 \pm 21,21	95	-	-
Antaka foty mena	1	500 \pm 0,00	500	-	-
Voanemba foty	25	216 \pm 23,80	200	200	250
Voanemba mena	59	199,49 \pm 28,85	200	80	200
Voanjo katra	32	283,75 \pm 51,73	300	150	350
Voanjobory maina	14	350 \pm 91,99	300	250	500
Voanjobory lena	16	293,75 \pm 122,30	350	100	400
Mahalay	6	358,33 \pm 66,46	400	250	400
Tsiasisa	8	312,50 \pm 99,10	350	200	400
Tsaramaso mena	9	888,89 \pm 92,80	900	800	1000
Tsaramaso vanda	4	800 \pm 163,30	800	600	1000
Tsaramaso foty	3	1000 \pm 0,00	1000	-	-
Tsaramaso mainty	2	800 \pm 141,42	800	700	800
Petit pois	16	306,25 \pm 30,96	300	250	400

Généralement, les commerçants fixent eux-mêmes les prix des légumineuses. Les plus chers sont les variétés de tsaramaso avec 800 à 1000 Ariary. Par contre, le konoke paro mainty est celle qui coûte le moins cher, suivie du konoke paro mena.

III.2.3 – Données recueillies auprès des ménages

III.2.3.1 - Fréquences et modalités de consommation des graines de légumineuses

III.2.3.1.1 - Consommation en sec et en vert pendant un an

Le tableau III.1.7 indique les légumineuses consommées dans les ménages pendant la période de récolte.

Tableau III.1.7 : Les légumineuses consommées dans les ménages pendant la période de récolte

Légumineuses	Effectif des ménages (N)
Konoke foty pisaka	4
Konoke foty boribory	44
Konoke paro mena	65
Konoke paro mainty	34
Konoke tsidimy	2
Ambatry gasy	49
Ambatry foty	30
Anataka foty sy mena	120
Voanemba foty	5
Voanemba mena	194
Voanjo katra	32
Voanjobory	130
Mahalay	6
Tsiasisa	2
Tsaramaso mena	48
Tsaramaso foty	30
Kabaro	57
Petit pois	7

Dans l'ordre décroissant, les légumineuses les plus consommées dans les ménages sont : la variété voanemba mena> voanjobory> antaka foty sy mena> 3 variétés de konoke> kabaro>

les variétés d'ambatry> les variétés de tsaramaso> voanjo katra> petit pois> mahalay> voanemba foty> konoke foty pisaka> konoke tsidimy et tsiasisa. D'une manière générale, la consommation suit les prix.

Les ménages consomment les graines de légumineuses mures en vert et en sec. La figure suivante présente le nombre de mois de consommation par an des légumineuses les plus consommées dans les ménages.

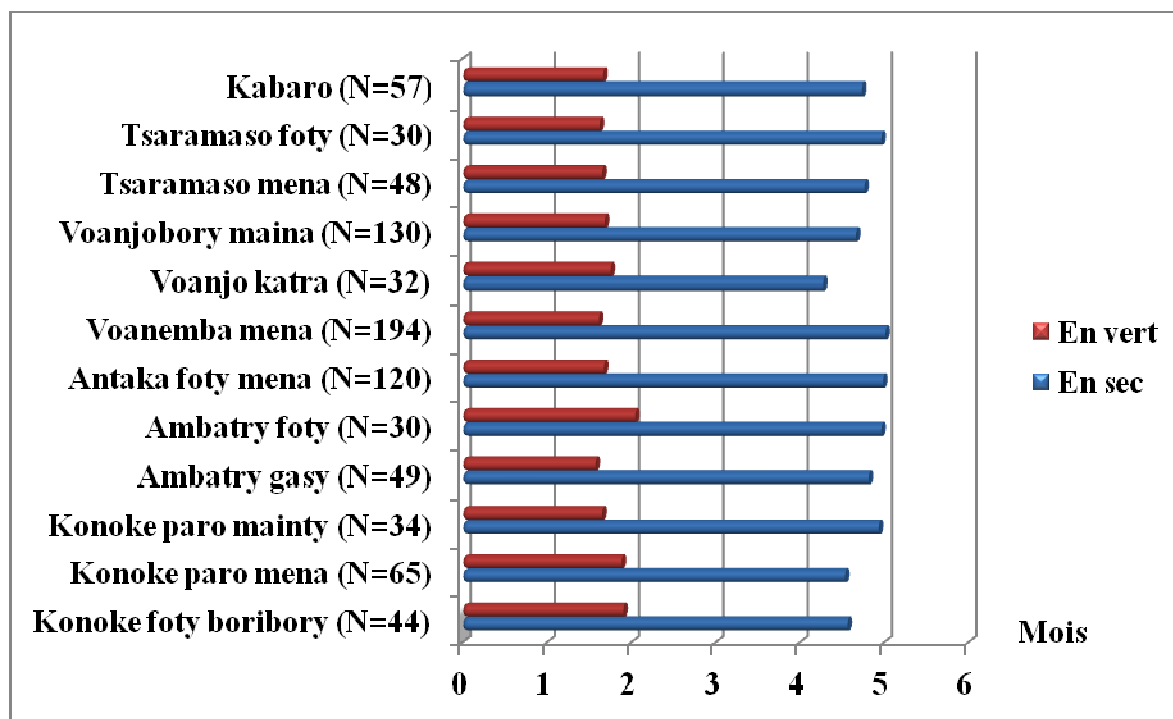


Figure 6 : Moyenne en mois de la consommation en vert et en sec des légumineuses

Pour toutes les variétés, les graines sèches sont les plus consommées que les fraîches. En période de récolte, les légumineuses sèches sont consommées entre 4 à 5 mois en moyenne, alors que la consommation en vert varie entre 1 et 2 mois.

III.2.3.1.2 – Fréquence hebdomadaire de consommation des légumineuses pendant la période de récolte

Le tableau suivant indique les variétés de légumineuses existantes durant la période de l'enquête et celles les plus consommées dans les ménages.

Tableau III.1.8 : Fréquences de consommation des légumineuses par semaine

Légumineuses	Effectif (N)	Moyenne \pm ET	Minimum	Maximum
Voanemba foty	4	10 \pm 5,66	2	14
Voanemba mena	193	14,67 \pm 5,37	2	28
Voanjo katra	33	11,27 \pm 6	2	21
Voanjobory	130	14,53 \pm 5,32	2	21
Mahalay	6	7,33 \pm 5,32	2	14

Les légumineuses les plus consommées dans les ménages sont alors la variété voanemba mena, voanjobory et voanjo katra. En moyenne, les variétés voanemba mena et voanjobory sont 14 fois consommées pendant la semaine, au minimum deux fois et une vingtaine de fois au maximum.

III.2.3.1.3 – Moment de la journée pour la dernière consommation des graines de légumineuses

Les légumineuses se consomment principalement au dîner et au déjeuner, parfois au petit déjeuner, mais il n'est pas rare qu'elles sont consommées à d'autres moments de la journée comme collation.

Les effectifs et les fréquences de légumineuses consommées dans les ménages durant ces moments sont indiqués dans le tableau III.1.9.

Tableau III.1.9 : Fréquences de consommation des légumineuses dans les ménages au petit déjeuner, déjeuner, dîner, et autre moment de la journée.

Légumineuses	Effectif (N)	Petit déjeuner	Déjeuner	Dîner	Autre
Voanemba foty	4	0	75	100	0
Voanemba mena	193	39,7	91,8	90,7	2,1
Voanjo katra	33	25	65,6	71,9	24,2
Voanjobory	130	40,5	91,6	90,1	0,8
Mahalay	6	0	0	100	0

Pendant la période de l'enquête, pour les légumineuses les plus consommées, une forte consommation est observée au déjeuner et au dîner comparé au petit déjeuner et à d'autre moment. Le voanjo katra apparaît le plus consommé à d'autre moment de la journée comme collation.

III.2.3.2 – Modalités d'approvisionnement et de préparation des légumineuses

III.2.3.2.1 – Approvisionnement des graines de légumineuses

Les graines de légumineuses consommées par les ménages sont d'une part, achetées au marché et d'autre part, cultivées par eux-mêmes comme le montre le tableau III.1.10.

Tableau III.1.10 : Modalités d'approvisionnement des graines

Légumineuses	Effectif (N)	Acheté	Cultivé
Voanemba foty	4	100%	0%
Voanemba mena	194	86,6%	13,4%
Voanjo katra	26	96,2%	3,8%
Voanjobory maina	131	90,1%	9,9%
Mahalay	6	83,3%	16,7%

Les ménages achètent principalement les graines qu'ils consomment. Un faible pourcentage des ménages consomme quand même les légumineuses qu'ils cultivent.

III.2.3.2.2 – Formes de consommation des légumineuses

Le tableau III.1.11 montre les variétés de légumineuses les plus consommées avec les différentes formes de consommation.

Quatre (4) formes de consommations ont été identifiées auprès des ménages :

- Le « soroba » : qui est un plat à base de légumineuses et de tubercule ou de céréale essentiellement le maïs. Les légumineuses et le maïs sont cuits en même temps dans une marmite pendant 3 à 4h de temps avec du bois comme combustible et sans ajout d'autres ingrédients. Le plat contient beaucoup plus de maïs que de légumineuses.

- Le « sorondro » : qui est un plat à base de légumineuses et du riz. Ils sont cuits en même temps sur du feu de bois pendant 3 à 4h de temps, sans ajout d'autres ingrédients. Le mélange contient beaucoup plus de riz que de légumineuses.
- Le « laoka » : aux légumineuses sont ajoutés d'autres ingrédients comme les oignons, les tomates, de l'huile, un peu de sel, et un peu de viande quelque fois.
- Le « vohevohe » : qui est un plat de légumineuses seules sans ajout d'autres ingrédients.

Tableau III.1.11 : Effectif des ménages avec les pourcentages des formes de consommation

Légumineuse	Effectif (N)	Soroba	Sorondro	Laoka	Vohevohe
Voanemba foty	4	100%	25%	100%	75%
Voanemba mena	194	95,9%	4,1%	82,5%	92,3%
Voanjo katra	26	34,6%	3,8%	50%	76,9%
Voanjobory maina	131	92,4%	0,8%	85,5%	85,5%
Mahalay	6	66,7%	0%	83,3%	83,3%

Toutes les variétés de légumineuses peuvent être consommées sous les 4 formes. Mais pour des raisons d'économie d'eau, de combustible, de temps, les ménages pratiquent une seule forme pour une journée.

La figure 7 montre la répartition des légumineuses selon les formes de consommation.

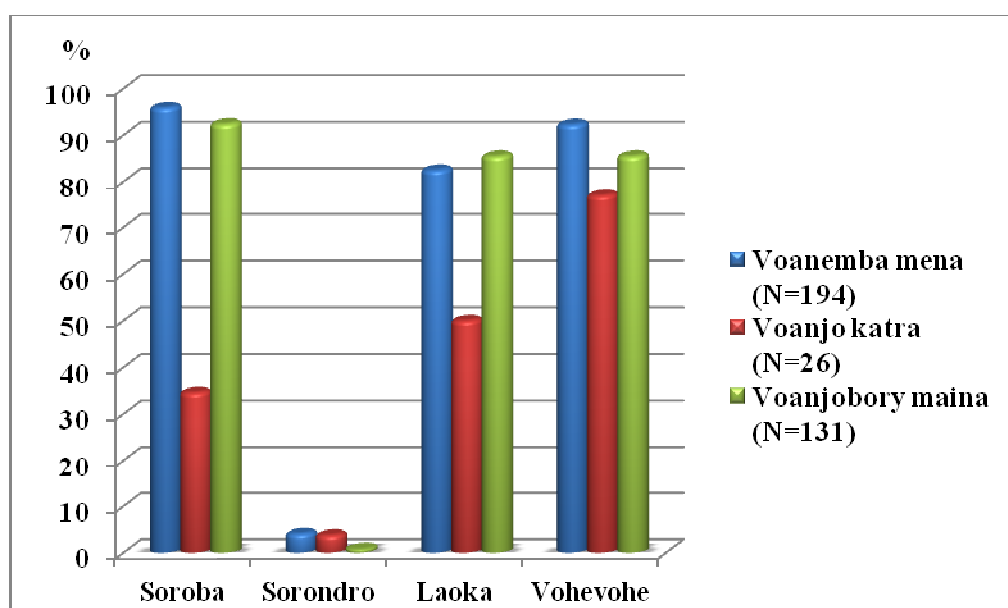


Figure 7 : Les différentes formes de consommation des légumineuses

Le soroba et le vohevohe sont les formes de consommation les plus utilisées pour voanemba mena et voanjobory maina. Pour la variété voanjo katra, elle est plus consommée comme vohevohe. Le sorondro est le moins préparé.

III.2.3.2.3 – Quantité (en kapoaka) de légumineuses achetée par semaine

Les quantités en kapoaka des graines de légumineuses achetées par les ménages par semaine sont présentées dans le tableau III.1.12.

Tableau III.1.12 : Fréquences des quantités (en kapoaka) de légumineuses achetées par les ménages par semaine

Légumineuses	Effectif (N)	Nombre de kapoaka	Pourcentage
Voanemba foty	4	10	75
		20	25
Voanemba mena	169	≤ 10	43,2
		$10 < Q \leq 50$	43,9
		$50 < Q \leq 80$	2,4
		$80 < Q \leq 300$	10,7
Voanjo katra	26	≤ 10	42,3
		$10 < Q \leq 80$	26,9
		$80 < Q \leq 300$	30,7
Voanjobory maina	119	≤ 10	50,5
		$10 < Q \leq 30$	30,1
		$30 < Q \leq 80$	7,4
		$80 < Q \leq 300$	11,7
Mahalay	5	≤ 20	80
		50	20

Les variétés voanemba mena (43,2%), voanjobory maina (50,5%) et voanjo katra (42,3%) apparaissent les plus prisées à cause de leurs prix abordables. Les quantités achetées restent inférieures ou égales à 10 kapoaka. Environ 11% des ménages achètent des quantités entre 80

et 300 kapoaka pour les variétés voanemba mena et voanjobory, alors que 30,7% des ménages achètent la même quantité pour la variété voanjo katra.

III.2.3.2.4 – Mode de préparation

Le tableau III.1.13 résume les différents traitements des légumineuses avant cuisson : triage, lavage, trempage, séchage et réduction en farine par broyage.

Tableau III.1.13 : Différents traitements des graines avant cuisson

Mode de préparation	Oui	Non
Triage	100%	0%
Lavage	100%	0%
Trempage	0%	100%
Séchage	0%	100%
Broyage	1,4%	98,6%

Les graines de légumineuses sont toutes triées et lavées mais ne sont ni trempées, ni séchées. Un faible pourcentage des ménages broie les graines avant de les cuire.

III.2.3.2.5 – Mode de cuisson

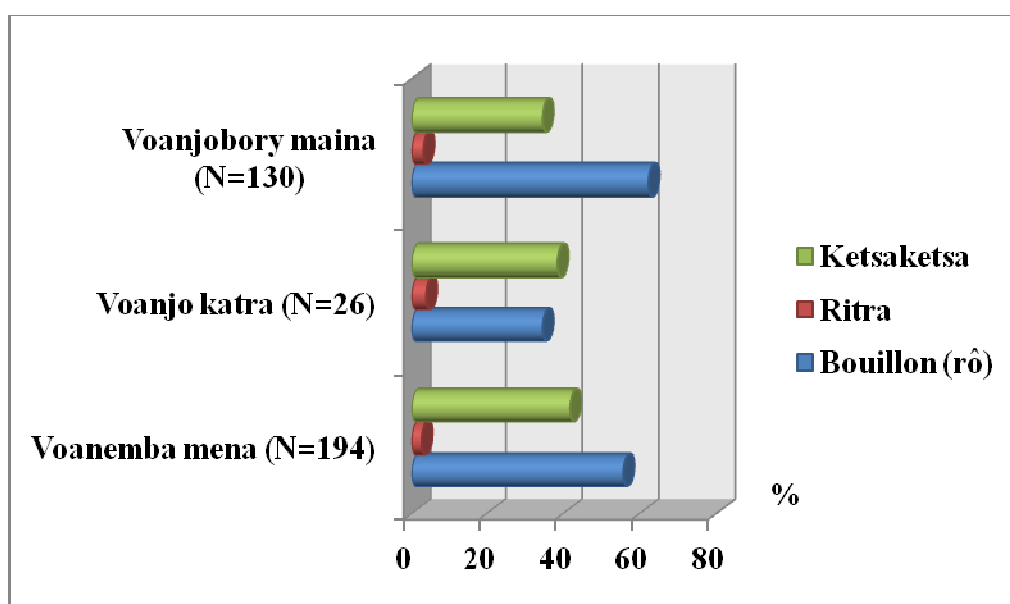
Les différents modes de cuisson pratiqués sont la torréfaction effectuée par 23,1% des ménages pour la variété voanjo katra et la cuisson dans l'eau par tous les ménages et pour toutes les variétés.

Les fréquences d'utilisation de ces traitements sont présentées dans le tableau III.1.14 et la figure 8.

Tableau III.1.14 : Fréquences de la torréfaction

Légumineuse	Torréfaction	
	Oui	Non
Voanemba foty (N=4)	0%	100%
Voanemba mena (N=194)	0%	100%
Voanjo katra (N=26)	23,1%	76,9%
Voanjobory maina (N=130)	0%	100%
Mahalay (N=6)	0%	100%

Les fréquences de modalités de cuisson dans l'eau des légumineuses les plus consommées sont montrées dans la figure suivante :

**Figure 8** : Fréquence des 3 modes de cuisson des légumineuses dans l'eau

Trois modes de cuisson dans l'eau ont été rencontrés : le bouillon (rô), le ritra et le ketsaketsa.

- Pour le rô : entre 50 et 60% des ménages le pratiquent, les variétés voanemba mena et voanjobory maina sont les plus utilisées.
- Pour le ritra : un très faible pourcentage des ménages l'adopte
- Pour le ketsaketsa : entre 20 et 40% des ménages le font avec les 3 variétés.

III.3 - Création d'un catalogue des légumineuses

Les différentes variétés de légumineuses récoltées dans la Région Androy ont été recensées et un catalogue des légumineuses a été réalisé, en photographiant les graines, et en listant pour chaque variété photographiée ses noms français et vernaculaires.

Ce catalogue des légumineuses est présenté en Annexe 10.

III.4 – CARACTERISTIQUES NUTRITIONNELLES DES LEGUMINEUSES ETUDIEES

Cette partie a été réalisée sur 12 échantillons.

III.4.1 - TENEURS EN EAU ET EN MATIERE SECHE

Les teneurs en eau et en matière sèche sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau III.4.1 : Teneur en eau et en matière sèche des échantillons étudiés

Echantillons	H%	MS%
Ambatry	12,99 ± 3,63	87,01 ± 3,63*
Antaka foty	11,11 ± 0,003	88,89 ± 0,003
Antaka mena	10,65 ± 0,03	89,35 ± 0,03
Tsaramaso foty	10,82 ± 0,17	89,18 ± 0,17
Tsaramaso vanda mena	10,26 ± 0,004	89,74 ± 0,004
Tsaramaso mena	11,12 ± 0,05	88,88 ± 0,05
Konoke foty	11,15 ± 0,01	88,85 ± 0,01
Konoke paro mainty	9,73 ± 0,41	90,27 ± 0,41
Konoke paro mena	10,90 ± 0,16	89,10 ± 0,16
Voanemba mena	11,18 ± 0,11	88,82 ± 0,11
Mucuna	9,82 ± 0,22	90,18 ± 0,22
Pois de vache	10,97 ± 0,18	89,03 ± 0,18

*Moyenne ± écart-type ; Les coefficients de variation sont tous < 12% sauf pour la valeur notée**

MS : matière sèche

Les teneurs en eau de toutes les variétés sont inférieures à 12% sauf pour l'ambatry avec 13%. Leurs teneurs en matière sèche sont alors élevées. Cette valeur de teneur en eau traduit un bon séchage des graines, permettant ainsi une bonne conservation.

III.4.2 - TENEURS EN PROTEINES TOTALES

Les valeurs en protéines totales des graines sont présentées dans le tableau III.4.2.

Tableau III.4.2 : Teneurs en protéines totales des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS

Echantillons	Teneur en protéines totales (en g pour 100g de MS)
Ambatry	22,12 ± 0,0
Antaka foty	20,87 ± 1,84
Antaka mena	21,44 ± 1,07
Tsaramaso foty	23,94 ± 0,0
Tsaramaso vanda mena	24,96 ± 0,0
Tsaramaso mena	22,84 ± 0,0
Konoke foty	21,67 ± 0,0
Konoke paro mainty	21,32 ± 0,0
Konoke paro mena	23,18 ± 0,0
Voanemba mena	25,22 ± 0,55
Mucuna	28,91 ± 2,47
Pois de vache	39,71 ± 0,55

Moyenne ± écart-type ; Les coefficients de variation sont tous < 12%

Les teneurs en protéines des légumineuses varient selon les variétés, entre 20,87% MS pour la variété antaka foty et 39,71% MS pour pois de vache. Dans l'ordre croissant des teneurs, on a : les 2 variétés antaka < 3 variétés konoke < variété ambatry < 3 variétés tsaramaso < variété voanemba < mucuna < pois de vache. Les variétés non comestibles (mucuna et pois de vache) apparaissent plus riches en protéines que les variétés comestibles.

III.4.2.1 – TENEURS EN ACIDES AMINES DES GRAINES

A partir des taux d'azote dosés dans les graines, les taux d'acides aminés des échantillons étudiés ont pu être estimés et sont résumés dans les tableaux III.4.3 et III.4.4.

Tableau III.4.3: Taux des acides aminés exprimés en g pour 100g de MS

Acide Aminé	Ambatry	Antaka foty	Antaka mena	Tsaramaso foty	Tsaramaso vanda mena	Tsaramaso mena	Konoke foty	Konoke paro mainty	Konoke paro mena	Voanemba mena	Mucuna	Pois de vache
Gly	0,99	0,79	0,81	0,88	0,90	0,85	0,82	0,81	0,86	0,91	1,01	1,30
Ala	0,98	0,92	0,94	1,00	1,03	0,97	0,94	0,93	0,98	1,03	1,13	1,40
Val	1,12	1,05	1,07	1,17	1,22	1,13	1,08	1,07	1,14	1,23	1,38	1,83
Leu	0,11	1,81	1,85	2,03	2,10	1,94	1,86	1,84	1,97	2,12	2,38	3,15
Ile	1,01	0,90	0,92	1,02	1,06	0,98	0,93	0,92	0,99	1,08	1,23	1,66
Ser	1,10	1,24	1,28	1,43	1,50	1,36	1,29	1,27	1,39	1,51	1,74	2,41
Thr	0,88	0,98	1,00	1,07	1,09	1,03	1,00	0,99	1,04	1,10	1,21	1,51
Tyr	0,79	0,73	0,75	0,83	0,86	0,79	0,76	0,75	1,80	0,87	0,98	1,31
Phe	1,10	1,27	1,30	1,46	1,52	1,39	1,32	1,29	1,41	1,54	1,77	2,43
Pro	0,97	0,79	0,80	0,86	0,89	0,83	0,81	0,80	0,84	0,89	0,98	1,24
Met	0,23	0,26	0,27	0,29	0,30	0,28	0,27	0,26	0,28	0,30	0,33	0,42
Cys	0,35	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28	0,28	0,28	0,29	0,29	0,31	0,34
Lys	1,68	1,47	1,50	1,64	1,69	1,58	1,51	1,49	1,60	1,71	1,91	2,50
His	0,54	0,56	0,58	0,65	0,67	0,61	0,58	0,57	0,62	0,68	0,78	1,08
Arg	1,94	1,12	1,18	1,47	1,58	1,34	1,21	1,17	1,38	1,61	2,03	3,23
Asx	2,59	2,68	2,74	3,01	3,12	2,89	2,77	2,72	2,93	3,15	3,55	4,71
Glx	3,69	3,31	3,40	3,80	3,95	3,62	3,44	3,38	3,68	4,00	4,58	6,28

Tableau III.4.4: Taux des acides aminés exprimés en g pour 100g de protéines

Acide Aminé	Ambatry	Antaka foty	Antaka mena	Tsara maso foty	Tsaramaso vanda mena	Tsaramaso mena	Konoke foty	Konoke paro mainty	Konoke paro mena	Voanemba mena	Mucuna	Pois de vache
Gly	4,46	3,80	3,77	3,66	3,62	3,71	3,76	3,78	3,69	3,61	3,50	3,28
Ala	4,41	4,42	4,37	4,18	4,12	4,26	4,35	4,38	4,23	4,10	3,90	3,53
Val	5,06	5,02	4,99	4,91	4,88	4,94	4,99	5,00	4,93	4,87	4,78	4,61
Leu	7,21	8,65	8,61	8,46	8,41	8,53	8,60	8,62	8,50	8,39	8,23	7,93
Ile	4,54	4,31	4,30	4,27	4,26	4,28	4,30	4,30	4,28	4,26	4,23	4,18
Ser	4,95	5,95	5,96	5,99	6,00	5,98	5,96	5,96	5,98	6,00	6,02	6,07
Thr	3,98	4,69	4,64	4,45	4,39	4,53	4,62	4,65	4,51	4,37	4,17	3,81
Tyr	3,56	3,51	3,50	3,45	3,44	3,47	3,49	3,50	3,47	3,43	3,38	3,30
Phe	4,98	6,07	6,07	6,08	6,09	6,08	6,07	6,07	6,08	6,09	6,10	6,12
Pro	4,36	3,77	3,74	3,60	3,55	3,66	3,72	3,75	3,64	3,54	3,39	3,12
Met	1,05	1,25	1,24	1,20	1,18	1,22	1,24	1,24	1,21	1,18	1,14	1,06
Cys	1,59	1,33	1,30	1,20	1,17	1,25	1,29	1,31	1,23	1,16	1,06	0,87
Lys	7,60	7,04	7,00	6,84	6,79	6,91	6,98	7,01	6,89	6,77	6,61	6,30
His	2,43	2,69	2,69	2,70	2,70	2,69	2,69	2,69	2,69	2,70	2,71	2,73
Arg	8,79	5,37	5,53	6,12	6,33	5,87	5,59	5,49	5,96	6,39	7,01	8,15
Asx	11,70	12,82	12,77	12,57	12,50	12,66	12,75	12,78	12,63	12,48	12,27	11,88
Glx	16,66	15,87	15,87	15,86	15,86	15,87	15,87	15,87	15,86	15,86	15,84	15,82

Par ordre décroissant des taux, on a : Glx >Asx >Leu >Lys >Phe >Ser >Arg >Thr >Val >Ala >Ile >Gly >Pro >Tyr >His >Cys >Met

Tableau III.4.5 : Taux des acides aminés essentiels par rapport aux acides aminés totaux

Echantillons	% Acides aminés essentiels
Ambatry	39,57
Antaka foty	44,56
Antaka mena	44,36
Tsaramaso foty	43,57
Tsaramaso vanda mena	43,30
Tsaramaso mena	43,90
Konoke foty	44,27
Konoke paro mainty	44,40
Konoke paro mena	43,79
Voanemba mena	43,22
Mucuna	42,41
Pois de vache	40,91

Le taux des acides aminés essentiels par rapport aux acides aminés totaux de tous les échantillons est supérieur à 32%. A première vue, on peut dire que les protéines des variétés de légumineuses étudiées sont de bonne qualité.

III.4.2.2 – INDICE CHIMIQUE ET ACIDE AMINE FACTEUR LIMITANT

La connaissance du taux global d'acides aminés indispensables % d'acides aminés totaux d'une protéine est intéressante mais ne suffit pas.

L'indice chimique est un outil performant pour évaluer la qualité nutritionnelle d'une protéine. Les tableaux III.4.6 et III.4.7 présentent les résultats des calculs des indices chimiques des protéines des graines et les scores de ces protéines selon deux profils de référence : 1) le profil de référence des jeunes enfants âgés de moins de 2 ans

2) le profil de référence des enfants âgés de 2 ans et plus et des adultes

Tableau III.4.6 : Scores chimiques des protéines des légumineuses étudiées selon le profil de référence des jeunes enfants âgés de moins de 2 ans (FAO/OMS/UNU, 1986)

Echantillons	His	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Val
Ambatry	93,53	98,78	77,51	115,18	62,67	118,70	92,61	91,97
Antaka foty	103,33	93,62	93,06	106,67	61,42	133,08	109,09	91,23
Antaka mena	103,41	93,48	92,63	106,05	60,56	132,95	107,95	90,82
Tsaramaso foty	103,73	92,90	90,97	103,66	57,22	132,46	103,56	89,23
Tsaramaso vanda mena	103,84	92,71	90,40	102,84	56,07	132,29	102,04	88,69
Tsaramaso mena	103,60	93,15	91,67	104,67	58,63	132,67	105,41	89,90
Konoke foty	103,45	93,41	92,45	105,79	60,19	132,90	107,47	90,64
Konoke paro mainty	103,39	93,51	92,72	106,19	60,75	132,98	108,20	90,91
Konoke paro mena	103,64	93,06	91,43	104,32	58,14	132,59	104,77	89,67
Voanemba mena	103,87	92,65	90,23	102,59	55,73	132,24	101,60	88,53
Mucuna	104,20	92,06	88,51	100,12	52,27	131,73	97,04	86,88
Pois de vache	104,81	90,96	85,32	95,52	45,85	130,78	88,60	83,84

Le plus faible des pourcentages est l'indice chimique de la protéine et l'acide aminé correspondant est appelé acide aminé limitant pour cette protéine.

Comme le montre le tableau III.4.6, pour tous les échantillons, les acides aminés soufrés sont déficients et ont les indices chimiques les plus bas. Ils constituent donc les facteurs limitants primaires de ces légumineuses.

Tableau III.4.7 : Scores chimiques des protéines des légumineuses étudiées selon le profil de référence des enfants âgés de 2 ans et plus (FAO/OMS/UNU, 1986)

Echantillons	His	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Val
Ambatry	128	162,29	109,21	131,07	105,29	135,66	117,13	144,52
Antaka foty	141,40	153,81	131,13	121,38	103,19	152,09	137,96	143,36
Antaka mena	141,51	153,57	130,53	120,68	101,74	151,94	136,53	142,71
Tsaramaso foty	141,95	152,63	128,19	117,96	96,13	151,38	130,97	140,22
Tsaramaso vanda mena	142,10	152,31	127,38	117,02	94,20	151,19	129,06	139,37
Tsaramaso mena	141,76	153,03	129,18	119,11	98,50	151,62	133,32	141,28
Konoke foty	141,56	153,46	130,27	120,38	101,12	151,88	135,91	142,44
Konoke paro mainty	141,49	153,62	130,66	120,83	102,05	151,98	136,84	142,85
Konoke paro mena	141,83	152,89	128,84	118,71	97,68	151,54	132,51	140,91
Voanemba mena	142,14	152,21	127,14	116,74	93,62	151,13	128,49	139,11
Mucuna	142,59	151,24	124,72	113,93	87,81	150,54	122,73	136,53
Pois de vache	143,43	149,43	120,22	108,70	77,03	149,46	112,05	131,74

On peut résumer les scores chimiques des protéines des graines selon les 2 profils de références utilisés dans le tableau III.4.8.

Tableau III.4.8 : Résumé des scores chimiques des protéines des légumineuses selon les 2 profils de référence utilisés

Echantillons	Score 1	Score 2
Ambatry	62,67	105,29
Antaka foty	61,42	103,19
Antaka mena	60,56	101,74
Tsaramaso foty	57,22	96,13
Tsaramaso vanda mena	56,07	94,20
Tsaramaso mena	58,63	98,50
Konoke foty	60,19	101,12
Konoke paro mainty	60,75	102,05
Konoke paro mena	58,14	97,68
Voanemba mena	55,73	93,62

Le score 1 est celui obtenu à partir du profil de référence pour les enfants âgés de moins de 2 ans et le score 2 à partir du profil de référence des enfants âgés de 2 ans et plus (adultes compris).

Le score 1 des protéines des graines comestibles varie entre 55,73 et 62,67%. Ces scores sont bas pour les variétés étudiées, c'est-à-dire, les besoins en acides aminés essentiels sont élevés chez l'enfant âgé de moins de 2 ans que chez l'enfant âgé de plus de 2 ans et les adultes.

Le score 2 des protéines des graines varie de 93,62 à 105,29%. Ces valeurs sont acceptables pour l'enfant âgé de plus de 2 ans et les adultes car les besoins en acides aminés essentiels sont moins élevés à cet âge.

Les acides aminés limitants pour toutes les variétés sont la méthionine et la cystéine.

III.4.3 - TENEURS EN LIPIDES

Les teneurs en lipides des échantillons étudiés sont données dans le tableau III.4.9.

Tableau III.4.9 : Teneurs en lipides des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS

Echantillons	Teneur en lipides (en g pour 100g de MS)
Ambatry	2,40 ± 0,17
Antaka foty	1,17 ± 0,15*
Antaka mena	0,75 ± 0,04
Tsaramaso foty	0,99 ± 0,09
Tsaramaso vanda mena	1,72 ± 0,03
Tsaramaso mena	1,47 ± 0,17
Konoke foty	1,06 ± 0,06
Konoke paro mainty	1,30 ± 0,20*
Konoke paro mena	1,11 ± 0,04
Voanemba mena	1,64 ± 0,15
Mucuna	3,77 ± 0,22
Pois de vache	3,38 ± 0,11

*Moyenne ± écart-type ; Les coefficients de variation sont tous < 12% sauf pour la valeur notée**

Les teneurs en lipides des légumineuses étudiées diffèrent d'une variété à une autre, de 0,75% (antaka mena) à 3,77% MS (mucuna). Suivant ces teneurs, elles peuvent être classées dans l'ordre croissant comme suit : les 2 variétés d'antaka < les 3 variétés de konoke < les 3 variétés de tsaramaso < voanemba mena < ambatry < pois de vache < mucuna. Parmi les variétés comestibles, la variété ambatry se distingue par sa teneur élevée en lipides avec 2,40%MS. Comme dans le cas des protéines, les variétés non comestibles (mucuna et pois de vache) sont plus riches en lipides avec respectivement 3,77 et 3,38% MS.

III.4.4 - TENEURS EN GLUCIDES TOTAUX

La teneur en glucides totaux est déduite de la différence entre la teneur en eau, en protéine, en lipide et en cendre brute. Le tableau III.4.10 résume les valeurs obtenues.

Tableau III.4.10 : Teneurs en glucides totaux des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS.

Echantillons	Teneur en glucides totaux (en g pour 100g de MS)
Ambatry	58,38
Antaka foty	63,03
Antaka mena	63,25
Tsaramaso foty	58,76
Tsaramaso vanda mena	58,32
Tsaramaso mena	59,79
Konoke foty	61,12
Konoke paro mainty	62,74
Konoke paro mena	59,72
Voanemba mena	57,75
Mucuna	53,39
Pois de vache	42,60

Les résultats montrent des variations de teneurs entre 42,60 et 63,25% MS. Les deux variétés d'antaka sont les plus riches en glucides avec 63,25% et 63,03% MS, suivi des konoke foty et paro mainty, avec 61,12% MS et 62,74% MS respectivement. Avec 42,60% MS le pois de vache est la variété la plus pauvre en glucides.

III.4.5 - TENEURS EN CENDRES BRUTES

Les valeurs en cendres brutes des échantillons analysés sont présentées dans le tableau III.4.11.

Tableau III.4.11 : Teneurs en cendres brutes des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS

Echantillons	Teneur en cendres brutes (en g pour 100g de MS)
Ambatry	4,10 ± 0,60*
Antaka foty	3,82 ± 0,31
Antaka mena	3,91 ± 0,48
Tsaramaso foty	5,49 ± 0,15
Tsaramaso vanda mena	4,75 ± 0,34
Tsaramaso mena	4,77 ± 0,72*
Konoke foty	5,01 ± 0,36
Konoke paro mainty	4,91 ± 0,38
Konoke paro mena	5,09 ± 0,44
Voanemba mena	4,21 ± 0,25
Mucuna	4,11 ± 0,45
Pois de vache	3,34 ± 0,60*

*Moyenne ± écart-type ; Les coefficients de variation sont tous < 12% sauf pour la valeur notée**

Les teneurs en cendres brutes varient entre 3,34 et 5,49% MS. Ce qui traduit une richesse relative en éléments minéraux comparée aux céréales comme le blé et le riz avec respectivement des teneurs en cendres brutes 1,80% et 1,20% MS (Feinberg M. et al., 1991 ; Sarma J.S., Darunee K., 1991). Le tsaramaso foty (5,49% MS) et le konoke paro mena (5,09% MS) en sont les plus lotis. Les deux variétés d'antaka (3,82 et 3,91% MS) avec le pois de vache (3,34% MS) possèdent les teneurs faibles parmi les échantillons étudiés.

III.4.6 - VALEURS ENERGETIQUES

L'énergie apportée par chaque variété est résumée dans le tableau III.4.12 :

Tableau III.4.12 : Valeurs énergétiques des légumineuses exprimées en Kcal % MS

Echantillons	Valeur énergétique (en Kcal)
Ambatry	343,65
Antaka foty	346,13
Antaka mena	345,49
Tsaramaso foty	339,69
Tsaramaso vanda mena	348,56
Tsaramaso mena	343,79
Konoke foty	340,66
Konoke paro mainty	347,90
Konoke paro mena	341,57
Voanemba mena	346,66
Mucuna	363,12
Pois de vache	359,65

La valeur énergétique d'un aliment provient de l'énergie libérée par ses nutriments au cours de leur métabolisme. Les variétés de légumineuses étudiées présentent des valeurs énergétiques entre 339,69 et 363,12Kcal % MS. Le tsaramaso vanda mena (348,56Kcal % MS) est le plus énergétique parmi les variétés de tsaramaso et le konoke paro mainty est le plus doté parmi les variétés de konoke. Par contre, tsaramaso foty (339,69Kcal % MS) a la plus basse valeur énergétique. Du fait de leurs teneurs élevées en macronutriments, les variétés non comestibles (mucuna et pois de vache) sont plus énergétiques que les variétés comestibles.

III.5 – FACTEURS ANTINUTRITIONNELLES DES LEGUMINEUSES ETUDIEES

III.5.1 - TENEURS EN ACIDE PHYTIQUE

D'après les résultats indiqués dans le tableau III.5.1, les échantillons étudiés renferment des acides phytiques mais dont les teneurs varient d'une espèce à une autre.

Tableau III.5.1 : Teneurs en acide phytique des légumineuses exprimées en mg/g de MS

Echantillons	Teneur en acide phytique (en mg/g de MS)
Ambatry	8,37 ± 0,91
Antaka foty	8,10 ± 0,67
Antaka mena	6,20 ± 0,55
Tsaramaso foty	15,9 ± 0,83
Tsaramaso vanda mena	11,35 ± 1,34
Tsaramaso mena	14,61 ± 0,41
Konoke foty	9,74 ± 0,22
Konoke paro mainty	7,87 ± 0,25
Konoke paro mena	12,9 ± 0,03
Voanemba mena	8,76 ± 0,24
Mucuna	15,47 ± 0,19
Pois de vache	13,5 ± 0,27

Moyenne ± écart-type ; Les coefficients de variation sont tous < 12%

Les teneurs en acide phytique des échantillons sont comprises entre 6,20 et 15,9mg/g MS. Les variétés de tsaramaso sont riches en acides phytiques, suivi des variétés de konoke, puis de voanemba mena, ambatry et les variétés d'antaka en sont les moins dotées avec 6,20 et 8,10mg/g MS. Parmi les graines étudiées, le mucuna et le pois de vache s'affichent parmi celles qui ont les teneurs les plus élevées.

III.5.2 - TENEURS EN PHÉNOLS TOTAUX

Les quantités en phénols totaux des échantillons analysés sont indiquées dans le tableau III.5.2.

Tableau III.5.2 : Teneurs en phénols totaux des légumineuses exprimées en g AG pour 100g de MS

Echantillons	Teneur en phénols totaux (en g AG pour 100g de MS)
Ambatry	0,10 ± 0,12*
Antaka foty	0,13 ± 0,15
Antaka mena	0,14 ± 0,15
Tsaramaso foty	0,11 ± 0,16*
Tsaramaso vanda mena	0,15 ± 0,18
Tsaramaso mena	0,22 ± 0,09
Konoke foty	0,12 ± 0,08
Konoke paro mainty	0,14 ± 0,05
Konoke paro mena	0,11 ± 0,12
Voanemba mena	0,11 ± 0,15*
Mucuna	0,51 ± 0,40
Pois de vache	0,16 ± 0,09

*Moyenne ± écart-type ; Les coefficients de variation sont tous < 12% sauf pour la valeur notée**

Les polyphénols constituent un ensemble de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Les teneurs en phénols totaux sont comprises entre 0,10 et 0,51% MS. Dans l'ordre décroissant des teneurs, on a : la variété mucuna> pois de vache> les 3 variétés de tsaramaso> les 2 variétés d'antaka> les 3 variétés de konoke> voanemba mena> ambatry.

III.5.2.1 - TENEURS EN TANINS CONDENSES

Le tableau III.5.3 résume les teneurs en tanins condensés des graines de légumineuses.

Tableau III.5.3 : Teneurs en tanins condensés des légumineuses exprimées en g pour 100g de MS

Echantillons	Teneur en tanins condensés (en g pour 100g de MS)
Ambatry	0,26 ± 0,01
Antaka foty	0,12 ± 0,01
Antaka mena	1,12 ± 0,05
Tsaramaso foty	0,12 ± 0,00
Tsaramaso vanda mena	1,92 ± 0,03
Tsaramaso mena	1,99 ± 0,09
Konoke foty	0,14 ± 0,00
Konoke paro mainty	0,42 ± 0,00
Konoke paro mena	1,82 ± 0,03
Voanemba mena	0,63 ± 0,11*
Mucuna	0,24 ± 0,01
Pois de vache	0,11 ± 0,01

*Moyenne ± écart-type ; Les coefficients de variation sont tous < 12% sauf pour la valeur notée**

Les tanins condensés font partie du groupe des composés phénoliques avec les tanins hydrolysables. Les teneurs en tanins condensés varient entre 0,11 et 1,99% MS. La teneur la plus élevée correspond au tsaramaso mena, suivie de celle du tsaramaso vanda mena et du konoke paro mena. Ces variétés sont donc les plus riches en tanins condensés. Les teneurs faibles variant de 0,12 à 0,14% MS sont pour les variétés antaka foty, tsaramaso foty et konoke foty. Le mucuna (0,24% MS) en est le plus doté parmi les variétés non comestibles.

III.5.3 – TENEURS EN ACIDE CYANHYDRIQUE

Les teneurs en acide cyanhydrique des légumineuses analysées sont résumées dans le tableau III.5.4.

Tableau III.5.4 : Teneurs en acide cyanhydrique des légumineuses exprimées en mg/kg MS

Echantillons	Teneur en acide cyanhydrique (en mg/kg)
Ambatry	32,38 ± 15,26*
Antaka foty	21,58 ± 0,00
Antaka mena	32,40 ± 15,26*
Tsaramaso foty	48,42 ± 0,00
Tsaramaso vanda mena	48,08 ± 0,00
Tsaramaso mena	36,42 ± 17,17*
Konoke foty	64,74 ± 0,00
Konoke paro mainty	53,95 ± 15,25*
Konoke paro mena	43,18 ± 0,00
Voanemba mena	43,18 ± 0,00
Mucuna	32,37 ± 15,26*
Pois de vache	75,57 ± 15,26*

*Moyenne ± écart-type ; Les coefficients de variation sont tous < 12% sauf pour la valeur notée**

Les variétés étudiées ont des teneurs en acide cyanhydrique variant de 32,37 à 75,57mg/kg MS. Dans l'ordre des teneurs pour les variétés comestibles, la plus élevée correspond à celle des 3 variétés de konoke, suivi des 3 variétés de haricot, puis de voanemba mena, des variétés antaka et ambatry. Pour les variétés non comestibles, le pois de vache en est le plus riche.

III.6 – TEMPS DE CUISSON

Le test de cuisson a permis de déterminer le temps nécessaire pour cuire quelques échantillons de légumineuses comestibles et disponibles. Le tableau suivant résume les temps de cuisson des légumineuses obtenus selon deux méthodes : celle de Mattson et la méthode traditionnelle.

Tableau III.6.1 : Temps de cuisson des variétés étudiées selon la méthode de Mattson et la méthode traditionnelle

Légumineuses	Méthode de Mattson	Cuisson traditionnelle
Ambatry	1h50	1h45
Konoke foty	4h	4h45
Konoke paro mainty	4h20	4h30
Konoke paro mena	3h15	3h30
Tsaramaso foty	1h25	2h30
Tsaramaso mena	1h42	2h30
Tsaramaso vanda mena	1h20	2h

Les temps de cuisson sont très variables. Quatre (4) variétés ont des temps de cuisson relativement courts compris entre 1h20 et 1h50 dont tsaramaso vanda mena, tsaramaso foty, tsaramaso mena et ambatry. Les variétés konoke sont très longues à cuire entre 3h15 et 4h20 de temps de cuisson selon la méthode Mattson. Ce fait peut être attribué à l'épaisseur du tégument des variétés de konoke par rapport aux autres variétés. Les temps de cuisson enregistrés selon la méthode traditionnelle sont plus longs par rapport à la méthode Mattson.

III.7 – PROPRIETES SENSORIELLES DES GRAINES ETUDIEES

Le test descriptif a été effectué pour décrire les caractéristiques organoléptiques des 2 variétés de haricot (tsaramaso vanda mena et tsaramaso mena).

Profil flash

Pendant la séance préliminaire, des termes pouvant décrire les variétés de haricot sont générés. Le tableau suivant résume les descripteurs choisis et utilisés pour évaluer les variétés de haricot.

Tableau III.7.1 : Liste des descripteurs utilisés par les juges

Aspect		Saveur	Texture en bouche
Couleur	Forme	Sucré Amer Umami	Tendre Collant Dur Croquant
Beige Marron Grenat Brillant	Arrondie Petit Allongée Réniforme Grande Ovale		

Le logiciel FIZZ acquisition version 2010 a été utilisé pour rassembler les résultats des juges et le logiciel FIZZ traitement version 2010 pour exploiter ces résultats.

Les résultats de l'ACP (Analyse en composantes principales) sont montrés par la figure 9.

A.C.P. horizontale des moyennes (Pondération de STATIS) : profil libre comparatif
Plan 1 - 2 Constante BiPlot : 94,50999

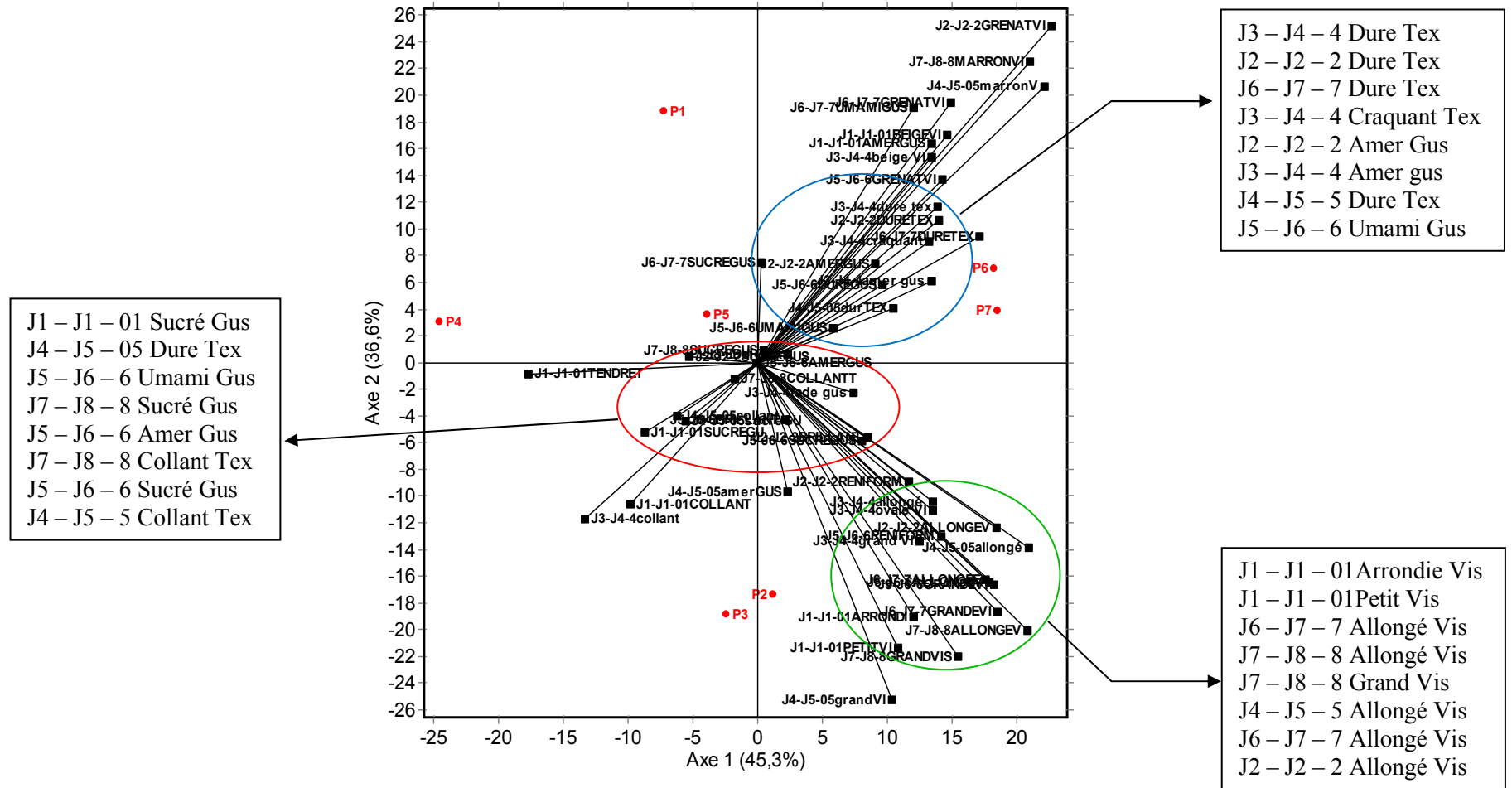


Figure 9 : Graphe de l'ACP plan 1-2

Abréviation des descripteurs de la figure

- Gus : gustatif
- Tex : texture
- Vis : visuel

Par l'ACP, les produits sont représentés dans un plan multidimensionnel 1-2. Le tableau suivant résume les noms des produits.

Tableau III.7.2 : Codes et noms des produits

Produit	Noms
P1	Haricot rouge (petite taille)
P2	Haricot blanc tacheté rouge
P3	Haricot blanc (taille grande)
P4	Haricot blanc (taille petite)
P5	Haricot vert
P6	Haricot sang de bœuf *
P7	Haricot marbré rouge *

* : les échantillons étudiés

Les produits sont caractérisés par leurs aspects extérieurs, saveurs et textures en bouche. Le produit 1 n'est pas caractérisé car aucun descripteur ne lui est proche. Les produits 2 et 3 se caractérisent par un aspect extérieur grand et allongé. Une texture tendre est attribuée au produit 4. Le produit 5 a été décrit comme amer et collant. Le produit 6 est caractérisé par un aspect visuel grenat, une saveur amère, une texture en bouche dure et craquante. Les descripteurs assez proches du produit 7 sont le goût amer, dur et craquant pour la texture en bouche. Ces 2 produits peuvent être classés dans une même catégorie selon les descripteurs amer, dur et craquant.

Discussions

Discussions

La culture pure et la culture associée sont les systèmes de culture adoptés par les cultivateurs. La moins pratiquée est la culture pure. Le choix dépend de la dimension de parcelle de terrain possédée. La culture associée est adoptée quand le cultivateur possède de petite parcelle, la culture pure lorsque la parcelle est grande. L'avantage de la culture associée est la synergie entre deux ou plusieurs plantes. Par exemple pour l'association légumineuses-céréales, les légumineuses fournissent de l'azote aux céréales grâce à la relation symbiotique. Quand aux céréales, ils servent de tuteurs aux légumineuses qui auront un rendement plus important.

Après la récolte, une grande partie est vendue pour quelques revenus pour subvenir aux besoins de la famille, une autre est stockée d'une part, pour assurer la semence de la prochaine saison de culture et d'autre part, pour prévenir les périodes de soudure, et une autre quantité est destinée à l'autoconsommation.

Les graines de légumineuses sont les nourritures principales de la majorité de la population Antandroy. Les graines matures sont consommées fraîches et sèches. Mais, les graines fraîches sont consommées pendant une courte période par rapport aux graines sèches.

Les plus consommées sont les variétés voanemba mena et voanjobory maina à cause de leurs prix abordables par rapport aux autres variétés. Les quantités achetées par kapoaka dépendent aussi des revenus du ménage.

La fréquence de consommation des graines par semaine peut aller de deux à vingt fois et plus. Elles sont consommées le plus souvent au déjeuner et au dîner mais il n'est pas rare que les ménages les consomment au petit déjeuner ou à d'autres moments comme collation.

Les graines de légumineuses sont consommées sous forme de soroba, sorondro, laoka et vohevohe. Le plus pratiqué est le soroba, le vohevohe et aussi le laoka. Le sorondro est moins adopté à cause de la difficulté en riz. Les formes de consommation dépendent également des préférences des ménages. Pour leur préparation, les graines sont triées et lavées mais ne sont pas trempées et séchées. Rares sont les ménages qui réduisent en poudre les graines avant de les cuire.

Seule la variété voanjo katra est torréfiée. Pour la cuisson dans l'eau, le bouillon (rô) est le plus couramment préparé dans les ménages, puis le ketsaketsa. Par contre le ritra est le moins apprécié.

Les analyses biochimiques ont permis de déterminer les caractéristiques nutritionnelles et antinutritionnelles des légumineuses étudiées.

L'eau liée est celle qui devrait rester après séchage tandis que l'eau libre s'évapore lors de la maturation des graines (Multon, 1982). Les résultats obtenus ont montré des teneurs en eau faible (<12%), ce qui présente des avantages sur la durée de stockage en permettant une longue conservation par l'inhibition de la prolifération des microorganismes susceptibles d'altérer le produit, sur la diminution de la vitesse d'oxydation et de l'activité enzymatique, et également sur la richesse en valeur nutritive et l'augmentation de la valeur énergétique.

Au vu des résultats obtenus, les graines de légumineuses sont de bonnes sources de protéines. Il s'agit essentiellement des protéines de réserve, regroupées dans de petits organes appelés corps protéiques, qui sont localisées dans les cellules de cotylédons (FAO, 1995). Les variétés étudiées renferment presque tous les acides aminés essentiels. Les taux de ces acides aminés essentiels par rapport aux acides aminés totaux sont supérieurs à 32%, référence pour une protéine de bonne valeur biologique. Par ailleurs, l'analyse a montré que les variétés étudiées sont riches en Lys et le calcul de l'indice chimique a permis d'identifier les acides aminés soufrés, Met et Cys, comme étant les acides aminés limitants primaires. Cette faible teneur en acides aminés soufrés est caractéristique des légumineuses en général. Nos résultats confirment ceux rapportés par d'autres auteurs (Andriamamonjy N., 2000). Pour corriger ce déficit, une complémentation avec d'autres aliments riches en ces acides aminés comme les céréales est nécessaire, étant donné que ces derniers sont riches en acides aminés soufrés mais pauvres en Lys. Ainsi le mélange peut présenter un profil d'acides aminés de meilleure qualité (Young, Pellett, 1994). Les graines étudiées utilisées pour les enfants âgés de moins de 2 ans montrent un score chimique des protéines bas puisque les besoins en acides aminés essentiels des nourrissons sont élevés. En revanche, il n'y a pas de problème si on les utilise pour les enfants âgés de plus de 2 ans et des adultes car les besoins de ces derniers sont moins élevés.

De part leurs faibles teneurs en lipides, nos échantillons ne sont pas classés dans le groupe des oléagineux dont la teneur est comprise entre 18 et 45% (Dupin H. et al, 1992). Par contre, ils peuvent être considérés comme protéagineux par leurs teneurs considérables en glucides et protéines. La différence entre protéagineux et oléagineux réside dans la nature des réserves

non protéiques de leurs graines : chez les oléagineux, il s'agit majoritairement de lipides et chez les protéagineux il s'agit majoritairement de glucides.

Les sources énergétiques des échantillons étudiées sont alors les protéines et les glucides.

Les teneurs élevées en cendres brutes des graines de légumineuses traduisent une richesse relative en éléments minéraux comparée aux céréales.

Concernant les facteurs antinutritionnels, les phytates représentent un groupe de composés naturels pouvant avoir une influence notable sur les propriétés fonctionnelles et nutritives des légumineuses. Ils peuvent agir en faible quantité en formant un complexe non assimilable avec les cations divalents (Ca, Fe, Mg, Zn) et avec les protéines. Ces phytates correspondent aux phytates contenus dans les cotylédons où ils sont associés aux corps protéiques (Reddy, 2002). Les teneurs en phytates (entre 6,20 et 15,9mg/g MS) des variétés de légumineuses étudiées sont comparables avec des valeurs rapportées par d'autres auteurs (entre 0,4 et 2,1%) pour d'autres espèces de légumineuses (Lestienne, 2004 ; Reddy, 2002).

Pour ce qui est des phénols et des tanins, il est à remarquer que les graines dont les enveloppes sont colorées en rouge en ont des teneurs élevées. Ce fait constitue un argument en faveur de l'amertume de ces espèces.

Les graines étudiées renferment des taux élevés en acide cyanhydrique. Ce composé est très toxique, mais la cuisson peut éliminer une fraction importante du principe toxique comme dans le cas du manioc (Razafimahefa, 1994).

Les facteurs antinutritionnels sont généralement détruits partiellement ou totalement par des procédés thermiques comme la cuisson, le grillage, la torréfaction, l'autoclavage, la cuisson-extrusion (Razafindrazaka R.V.L., 2006), également par le trempage, la germination, la fermentation (Andriantsoa Z.J., 2006).

Au cours de la cuisson, les graines de légumineuses augmentent de volume. La durée de cuisson des graines varie d'une espèce à une autre et elle peut dépendre de la taille des graines, mais aussi de la nature de l'eau pour la cuisson. Ces résultats ont déjà été rapportés dans le cas de quelques variétés de légumineuses (Andriamamonjy N., 2000). Par exemple dans les zones côtières, l'eau contient des sels de calcium, ainsi la durée de cuisson est élevée (Andriamamonjy N., 2000).

L'épaisseur du tégument des graines est aussi un facteur influençant le temps de cuisson. Plus le tégument est fin, plus le temps de cuisson est court car l'eau pénètre facilement durant la

cuisson. Egalement lors d'un stockage de longue durée, les graines nécessitent un temps de cuisson plus long. Plus les graines sont vieilles, plus leurs téguments sont renforcés donc plus durs à la pénétration par l'eau lors de la cuisson (Balla A. et Baragé M., 2006).

La consommation des légumineuses ne doit pas être influencée par le temps de cuisson. Il y a plusieurs procédés pouvant diminuer ce dernier comme le pré-trempage, l'élimination du tégument, le décorticage... Pendant la cuisson, il est nécessaire que l'humidité et la chaleur atteignent complètement toutes les parties de la graine afin d'éliminer les facteurs antinutritionnels thermolabiles et ceux de la flatulence (accumulation de gaz dans l'estomac ou l'intestin).

La cuisson peut être caractérisée par un couple temps-température qui permet d'atteindre les qualités organoléptiques exigées comme une texture adéquate (pas trop molle ni trop compact), la libération de composés aromatiques (cétone, aldéhyde,...) et l'amélioration du goût (Andriamamonjy N., 2000).

Les résultats de l'ACP ont permis de positionner les produits suivant les descripteurs. Les produits tsaramaso mena et tsaramaso vanda mena ont été caractérisés par des descripteurs communs : un goût amer, une texture en bouche dure et craquante.

On peut dire que cette amertume est relative à des teneurs non négligeables en tanins condensés dosées dans les graines.

Conclusion et perspectives

Conclusion

L'enquête de consommation a permis d'identifier certaines variétés de légumineuses consommées dans la région Androy, de connaître les systèmes de culture adoptés par les cultivateurs et les modes de gestion des produits après la récolte, ainsi que les modalités d'approvisionnement, d'étudier les modalités de consommation et de préparation des graines au niveau des ménages. Les prix des graines diffèrent d'une variété à une autre, ce qui peut influencer la quantité et la variété achetée.

Les analyses biochimiques des graines de légumineuses ont montré des teneurs en nutriments variant d'une variété à une autre. Les graines présentent des faibles teneurs en eau et en lipides mais les teneurs en glucides et en protéines sont élevées. Ces dernières sont de bonne valeur biologique mais déficientes en acides aminés soufrés. Les variétés étudiées sont relativement riches en éléments minéraux du fait de leurs teneurs élevées en cendres brutes.

Les facteurs antinutritionnels sont aussi présents dans les graines avec des teneurs différentes, comme les phytates, les acides cyanhydriques et les composés phénoliques tels que les tanins condensés. Mais ces substances peuvent être éliminées par la cuisson et la maîtrise de cette dernière est un facteur important dans l'acceptation des graines de légumineuses par les consommateurs.

Du point de vue agronomique, la culture de légumineuses est importante pour conserver et améliorer la fertilité des sols.

Perspectives

Dans le futur, il serait intéressant de poursuivre :

- les enquêtes de consommation sur l'inventaire encore non achevé de nombreuses variétés de légumineuses dans l'Androy.
- les analyses biochimiques sur la détermination des compositions en nutriments et facteurs antinutritionnels, particulièrement le score glucidique notamment l'index glycémique, sur les mêmes variétés et les nouvelles inventoriées, les éléments minéraux et les acides gras des lipides.

- l'étude de l'efficacité des traitements et modes de préparation sur la réduction des facteurs antinutritionnels et leur impact sur la qualité nutritionnelle des légumineuses, notamment le mauvais goût des graines.
- l'analyse sensorielle des graines dépourvues de leur tégument et voir la préférence des consommateurs des variétés selon les descripteurs.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

- **Adrian J., Potus J., Frangne R., 1995.** La science alimentaire de A à Z, 2^e éd Paris. Technique et documentation LAVOISIER ; 477p.
- **AFNOR, 1993.** Corps gras, grains oléagineux, produits dérivés, AFNOR, 663p
- **Andrews & Kassam, 1976.** The importance of multiple cropping in increasing world food supplies, in R.I. Papendick, A. Sanchez, G.B. Triplett (Eds.). Multiple cropping. ASA Special Publication 27. American Society of Agronomy, Madison, WI, 1-10pp
- **Andriamamonjy N., 2000.** Valeur nutritionnelle de graines sèches de 7 variétés de haricot commun (*Phaseolus vulgaris*) et de 2 variétés d'ambérique (*Vigna umbellata*). (Mémoire de DEA en Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et de la Nutrition). Antananarivo : Université d'Antananarivo, 76p : 63pp
- **Andriantsoa Z.J., 2006.** Evolution des facteurs antinutritionnels de deux variétés de graines de niébé (*Vigna unguiculata*), Voanemba fotsy et Voanemba mena, au cours de la germination. (Mémoire de DEA en Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et de la Nutrition). Antananarivo : Université d'Antananarivo, 44p : 7pp
- **Balla A. et Baragé M., 2006.** Influence de la variété, du temps de stockage et du taux de natron sur la cuisson des graines de niébé. Tropicultura, 24, 1, 39-44pp
- **Bravo L., 1998.** Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. Nutrition Review, 56: 317 – 333pp
- **Davis K.R., 1981.** Effect of processing on composition of Tetrahymena relative value on green and yellow peas, lentils and white pea beans. Cereal Chemistry, 58: 454 – 460pp
- **Dupin H. et al., 1992.** Alimentation et nutrition humaine. E.S.F. Paris, 1533p
- **Duranti M., 2006.** Grain legume proteins and nutraceutical properties. Fitoterapia 77, 67–82p
- **Dziedzoave N.T., Abass A.B., Amoa-Awna W.K.A. and Sablah M., 2006.** Quality Management manual for the production of high quality cassava flour (Adegoke G.O. and Brimer, L., eds). International Institute of Tropical Agriculture...68pp.
- **FAO/OMS/UNU, 1986.** Besoins énergétiques et besoins en protéines. Série Rapports Techniques 724, Genève : OMS.

- **FAO, 1995.** Guide des aliments de base dans le monde. Rome ; 52p.
- **Feinberg M. et al., 1991.** Répertoire général des aliments : table de composition. Paris : Techniques et documentation Lavoisier, 291p
- **Feno M.R., 2011.** Etude de la consommation des légumineuses dans les ménages d'Antananarivo et détermination de la contribution de différentes variétés de légumineuses à l'équilibre nutritionnel des ménages. (Mémoire de DEA en Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et de la Nutrition). Antananarivo : Université d'Antananarivo ; 69p
- **Goodman S.M. et al., 2008.** Paysages naturels et biodiversité de Madagascar. 135p
- **Greenfeld H. et Southgate, 1992.** Food composition data, New York: CHAPMAN et Hall. 263p.
- **Guignard J., 1996.** Biochimie végétale. Lavoisier, Paris, 175 – 192pp
- **Harborne J.B., 1994.** Phytochemistry of the Leguminosae. in Bisby FA, Southon IW, editors, Phytochemical dictionary of the Leguminosae, Boca Raton: Chapman and Hall
- **Hayes J.E. et al., 2011.** Phenolic composition and in vitro antioxidant capacity of four commercial phytochemical products: Olive leaf extract (*Olea europaea L.*), lutein, sesamol and ellagic acid
- **Hemingway R.W., 1992.** Structural variation in proanthocyanidins and their derivatives. In: Lpant polyphenols: synthesis, properties, significance. Hemingway R W, Laks P.E. New York
- **INSTAT, 2004.** Les 22 régions de Madagascar en chiffres. 256pp
- **Kansole M.M.R., 2009.** Etude ethnobotanique, phytochimique et activités biologiques de quelques Lamiaceae du Burkina Faso : cas de *Leucas martinicensis* (Jacquin) R. Brown, *Hoslundia opposita* Vahl, et *Orthosiphon pallidus* Royle ex Benth. (Mémoire de D.E.A en Sciences Biologiques Appliquées, spécialité : Biochimie et Chimie des Substances Naturelles), Université de Ouagadougou, 54p
- **Latta M., Eskin M., 1980.** A simple method for phytate determination. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 28, 1313-1315pp
- **Lestienne I., 2004.** Contribution à l'étude de la biodisponibilité du fer et du zinc dans le grain de mil et conditions d'amélioration dans les aliments de complément. (Thèse), Montpellier : Université de Montpellier II, 303p

- **Mattson S., 1946.** The cookability of yellow peas. *Acta Suecana* II, 2: 185-231p
- **Multon J.L., 1982.** Interaction entre l'eau et les constituants des grains et graines et produits dérivés. Paris : Technique et documentation, Lavoisier, 1 : 115-156p
- **Multon J.L., 1991.** Technique d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. 2^e édition Paris : Technique et documentation, Lavoisier, 1 : 396p
- **Nieuwenhuis R., Nieuwelink J., 2005.** La culture du soja et d'autres légumineuses. Série Agrodok 10, 75pp, p6
- **Onwuka C.F., 1983.** Nutritional evaluation of some Nigerian browse plants in the humid tropics. PHD Thesis. University of Ibadan, Nigerian
- **Osuntokun B.O., 1972.** Cassava diet and cyanide metabolism. in Wistar rats, *Brit. J. Nutr.* 24: 797-805pp
- **Polhill R.M. et al., 1981.** Advances in legume systematic, kew: Royal Botanic Gardens
- **Porter et al., 1986.** The conversion of Procyanidins and Prodelphinidins to Cyanidin and Delphinidin. *Phytochemistry*, 25(1), 223 – 230pp
- **Rahelimandimby H., 2011.** Etude de la consommation des légumineuses dans les ménages d'Antananarivo, et de l'influence des modes de préparation sur la réduction des teneurs en phytates. (Mémoire de DEA en Biochimie Appliquée aux Sciences de l'Alimentation et de la Nutrition), Antananarivo : Université d'Antananarivo
- **Ramakrishna V., Jhansirani P. and Ramakrishna Rao P., 2006.** Anti-Nutritional Factors During Germination in Indian Bean (*Dolichos lablab* L.) Seeds. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 1 (1): 06 – 11pp
- **Razafimahefa, 1994.** Valeur nutritionnelle des tubercules de *Dioscorea sansibarensis*; plante toxique utilisée dans l'alimentation humaine pendant la période de soudure dans la région de Port - Bergé. (Mémoire de D.E.A en Biochimie). Antananarivo : Université d'Antananarivo ; 84p
- **Razafimahery R., 1953.** Glucoside cyanogénétiques pois du cap, manioc et bononoka. Extrait du bulletin de l'Académie malgache, t.XXX, 1 (Tananarive – Imprimerie officielle 1954), 71 – 77pp

- **Razafindrazaka R.V.L., 2006.** Elaboration et évaluation d'une stratégie d'amélioration de l'alimentation de complément des jeunes enfants à Brickaville (Côte Est de Madagascar). (Thèse de doctorat), Antananarivo : Université d'Antananarivo, 153p : 18pp
- **Reddy N.R., 2002.** Occurrence, distribution, content, and dietary intake of phytate. In Reddy N.R. & Sathe S.K., Food phytates: 25-52pp, Boca Raton: CRC Press (2000)
- **Ribereau G.P., 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Dunod, Paris, 254p
- **Rochfort S. et Panozzo J., 2007.** Phytochemicals for Health, the Role of Pulses. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 7981–7994pp
- **Roeder E., 1995.** Pharmazie, 50: 83-98pp.
- **Salunkhe D.K., 1990.** Dietary tannins: consequences and remedies. Boca Raton, Florida : CRC press
- **Sarma J.S., Darunee K., 1991.** Trends and prospects for cassava in the developing world. IFPR
- **SECALINE, 1997.** La situation alimentaire et nutritionnelle de Madagascar. Madagascar
- **Singleton V.L. et al., 1999.** Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by mean of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* (Oxidants and antioxidants, Part A), 299, 152-178pp
- **Thouillot F. et Maharetse J., 2010.** L'appui au stockage des récoltes : une solution pour la sécurité alimentaire dans les zones agricoles difficiles. L'exemple du Grand Sud de Madagascar, Coll. Etudes et travaux en ligne n°25, Gret, 99p
- **Vaintraub I.A, Lapteva N.A., 1988.** Colorimetric determination of phytate in unpurified extracts of seeds and the products of their processing. *Analytical Biochemistry*, 175, 227-230pp
- **Wolff J.P., 1991.** Analyse et dosage des lipides, In MULTON J.L. Technique d'analyse et Contrôle dans les industries Agroalimentaire. Paris : Technique et documentation. LAVOISIER, 1991; Tome 4 :157-199pp
- **Young V., Pellett P.L., 1994.** Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition, *Am. J. Clin. Nutr.*, 59 (Suppl), 1203-1212pp

Site internet :

- Wikipedia, 2012: <http://fr.wikipedia.org/>

<http://www.diabete.qc.ca/html/alimentation/legumineuse.html>

- **Ralay D.H., 2010**, Culture des légumineuses -développement dans les Baiboho du nord ouest. <http://www.laverite.mg/index.php/economie-madagascar/15088-culture-des-legumineuses-developpement-dans-les-baiboho-du-nord-ouest>

- <http://www.guide-proteines.org/proteines/assimilation-proteines/valeur-biologique-proteines.html>

Annexes

ANNEXE 1 : Préparation des réactifs et de la gamme étalon (Dosage des phytates)

1 - Préparation des réactifs

Rose de Wade (0,03% $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ et 0,3% d'acide sulfosalicylique) : on dissout 1,5 g d'acide sulfosalicylique et 150 mg de chlorure ferrique ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dans 500 mL d'eau distillée.

Solution d'acide chlorhydrique 2,4% (0,6 N) pH 1 : 32,5 mL d'acide chlorhydrique 37% est ajouté dans 500 mL d'eau distillée.

2 - Préparation de la gamme étalon

Solution mère de phytates à 1,5mM : on dissout 27,6mg de phytates (acide phytique) dans 20ml d'eau distillée. Cette solution est ensuite conservée à 4°C au frigo.

Solution d'acide chlorhydrique 0,1% : on prélève 20ml d'acide chlorhydrique 2,4% que l'on dilue dans 500ml d'eau distillée. Cette solution est utilisée pour diluer la gamme étalon.

Solution fille : on mélange 300 μl de solution mère de phytates à 1,5mM avec 120 μl d'acide chlorhydrique à 2,4% et 2,6ml d'eau distillée, de manière à obtenir l'équivalent d'une dilution de la solution mère au 1/10ème dans de l'acide chlorhydrique à 0,1%.

Une nouvelle gamme étalon d'acide phytique doit être préparée chaque jour. La gamme étalon est obtenue en diluant la solution fille comme suit :

Concentration (en $\mu\text{g/ml}$)	Dilution	Préparation de la dilution
41,5	1/2	1ml de solution fille + 1ml de HCl 0,1%
27,7	1/3	0,5ml de solution fille + 1ml de HCl 0,1%
20,8	1/4	1ml de dilution 1/2 + 1ml de HCl 0,1%
13,8	1/6	0,5ml de dilution 1/3 + 0,5ml de HCl 0,1%
10,4	1/8	1ml de dilution 1/4 + 1ml de HCl 0,1%
5,2	1/16	0,5ml de dilution 1/8 + 0,5ml de HCl 0,1%
0		0,75ml HCl 0,1%

ANNEXE 2 : Préparation des réactifs et de la gamme étalon (Dosage des phénols totaux)

1 - Préparation des réactifs

Solution de carbonate de Sodium à 20% : on dissout 50g de carbonate de Sodium dans 200ml d'eau distillée par agitation à l'aide d'un barreau magnétique. Puis 50ml d'eau distillée y est versé pour compléter la solution à 250ml.

2 - Préparation de la gamme étalon

La gamme étalon est préparée lors de chaque série de dosage, en réalisant une série de « dilution en cascade » à partir d'une solution mère d'acide gallique (AG), qui peut être stockée pendant 2 à 3 semaines (au maximum).

2.1 - Pour préparer la solution mère

On pèse 25mg d'acide gallique dans une fiole jaugée de 25ml. Du méthanol est ajouté jusqu'au trait de jauge en agitant doucement pour dissoudre l'acide gallique (on obtient une solution d'AG à 1mg/ml). Puis on transfère le mélange dans un récipient pouvant être fermé et stocké au réfrigérateur (2 à 3 semaines au maximum).

2.2 - Pour préparer la gamme étalon

Le tableau ci-dessous montre les séries de dilutions préparées à partir de la solution mère d'acide gallique à 1mg/ml.

Concentration (en µg/ml)	Préparation de la dilution
400	500µl de solution mère + 1000µl de méthanol
200	250µl de solution mère + 100µl de méthanol
100	1000µl de solution à 200µg/ml + 1000µl de méthanol
50	500µl de solution à 100µg/ml + 1000µl de méthanol
25	500µl de solution 50µg/ml + 1000µl de méthanol
Pour le point zéro, on utilise du méthanol	

Cette gamme est faite en double.

Dans un tube Ependorf, on ajoute 100%l de méthanol, 100µl de la gamme, 100µl du réactif de Folin- Ciocalteu, 700µl de carbonate de sodium et 1000µl d'eau distillée et on l'incube à l'abri de la lumière à température ambiante pendant 1 heure. Après incubation, les tubes sont centrifugés pendant 5 minutes à 6000 rpm à 4°C et la lecture de la densité optique se fait à 765nm contre le méthanol comme blanc.

ANNEXE 3 : Questionnaire ménages

Enquête sur la consommation des légumineuses dans les ménages de l'Androy

I-Identification

Numéro d'identification du ménage

/ _ / _ / _ / _ / _ /

A1	District	/ _ /
A2	Commune	/ _ // _ /
A3	Fokontany	/ _ // _ /
A4	Date de l'enquête : / _ / _ / _ / _ / _ / _ /	/ _ /
A5	Enquêteur	/ _ /

Nom de la personne enquêtée :

Adresse :

II-Caractéristiques socio-professionnelles de la personne préparant les repas du ménage

B1	Quel âge avez-vous ? (1) Connu :ans (2) Inconnu	/ _ / _ /
B2	Sexe : 1-Masculin 2-Féminin	/ _ /
B3	B3-1 : sait-elle lire? 1-Oui, 2-Non B3-2 : et écrire ? 1-Oui, 2-Non	/ _ / / _ /
B4	Quelle est votre religion ? 1-Catholique, 2-Protestante, 3-Animiste, 4-Autre (à préciser)	/ _ /
B5	Situation matrimoniale actuelle : 1-Célibataire, 2-Mariée, 3-Divorcée, 4-Veuve, 5-Union libre, 6-Polygamie	/ _ /
B6	Groupe ethnique : 1-Merina, 2-Antandroy, 3-Vezo, 4-Autre (à préciser)	/ _ /

III - Caractéristiques socioprofessionnelles du chef de ménage

C1	Sexe du chef de ménage : 1-Masculin, 2-Féminin	/ __ /
C2	Age du chef de ménage ? _____ ans	/ / /
C3	Sait-il lire et écrire ? 1-Oui, 2-Non	/ __ /

IV- Caractéristiques socio-économique du ménage

D1	Occupez vous la maison en tant que : 1-Propriétaire, 2-Locataire, 3-Titre gratuit	/ __ /
D2	Combien de pièces habitables y a-t-il dans la maison sans compter la cuisine ?	/ __ /
D3	Quelle est la nature du sol ? 1-Nattes, 2-Ciment, 3-Bois, 4-Autre (à préciser)	/ __ /
D4	Quelle est votre principale source d'approvisionnement en eau ? 1-Eau de pluie (bassins construits ou naturels, puits), 2-Pompe à main sur puits d'eau de pluie, 3-Achat d'eau au marché, 4-Eau de surface (fleuve, mare, rivière), 5- Autre (à préciser)	/ __ /
D5	Combien de seaux d'eau utilisez-vous par jour ?	/ __ /
D6	Quel traitement utilisez-vous pour l'eau à boire ou pour la cuisine ? 1-Aucun traitement, 2-Ajout de sur'eau ou d'autres produits chlorés, 3- Porter à ébullition, 4-Utilisation de plante (rohondroho), 5-Utilisation de cendres, 6-Autre (à préciser)	/ __ /
D7	Comment cuisinez-vous ? 1-Bois /copeaux de bois, 2-Charbon, 3-Pétrole, 4-Gaz, 5-Résistance, 6-Autre (à préciser)	/ __ /
D8	Où cuisinez-vous ? 1-A l'intérieur de la maison (cuisine séparée), 2-A l'intérieur de la maison (pièce non séparée), 3-A l'extérieur de la maison dans une pièce, 4-En plein air sous abri, 5-En plein air sans abri	/ __ /

Biens possédés par le ménage

D9	Possédez-vous : 1-Oui 2-Non - Fatapera - Marmites - Lits - Tables - Chaises - Télévision - Radio - Charrettes - Bicyclettes	 /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/
D10	- Avez-vous au moins un champ de culture autre que légumineuse ? 1-Oui 2-Non - Avez-vous utilisé une charrette pour la récolte ? 1-Oui 2-Non - Quelle est la taille de la charrette utilisée ? 1-Petite,2-Grande,3-Moyenne	 /___/ /___/ /___/
D11	- Avez-vous au moins un champ de légumineuse ? 1-Oui 2-Non - Si Oui, les cultivez vous en culture pure ? 1-Oui 2-Non Ou en culture associée ? 1-Oui 2-Non - Avez-vous utilisé une charrette pour la récolte ? 1-Oui 2-Non - Combien de charrette avez-vous récolté ?charrettes - Quelle est la taille de la charrette utilisée ? 1-Petite,2-Grande,3-Moyenne	 /___/ /___/ /___/ /___/ /___/ /___/
D12	Avez-vous utilisé une charrue pour la culture ? 1-Oui 2-Non	/___/

V- Fréquences et modalités de consommation des graines de légumineuses

Légumineuses	E1-1	E1-2	E2	E3	E4-1	E4-2	E4-3	E4-4
Konoke foty								
Pisaka	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Boribory	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Konoke paro mena	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Konoke paro mainty (gadramidra)	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Konoke tsidimy	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Ambatry gasy (mena)	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Ambatry foty	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Antaka foty mena	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Antaka seasea	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Antaka mavo	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Voanemba foty	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Voanemba baboka	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/
Voanemba mena	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/	/___/

Katra, Voanjo katra, Kapiky	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Voanjobory	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Mahalay	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsiasisa	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso mena	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso vanda	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso foty (bory, lava)	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso mainty	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Kabaro	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Petit pois	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/

E1 - Pendant combien de mois par ans en consommez vous :

E1-1 - en sec

E1-2 - en vert

E2 - Pendant la période de consommation, combien de fois par semaine en mangez vous ?

E3 - Pour ceux qui n'en consomment pas, pourquoi ? 1- Interdit (fady), 2- Maladie, 3- N'aime pas, 4- Autre (à préciser)

E4 - Pour la dernière consommation, à quel moment de la journée en servez-vous ?

E4-1- petit déjeuner 1-Oui, 2-Non

E4-2- déjeuner 1-Oui, 2-Non

E4-3- dîner 1-Oui, 2-Non

E4-4- autre 1-Oui, 2-Non

VI- Modalités d'approvisionnement et de préparation des légumineuses

Légumineuses	F1-1	F1-2	F1-3	F1-4	F2	F3	F4	F5-1	F5-2	F5-3	F5-4	F5-5	F5-6	F5-7	F6-1	F6-2	F6-3
Konoke foty	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Pisaka	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Boribory	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Konoke paro mena	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Konoke paro mainty	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Konoke tsidimy	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Ambatry gasy (mena)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Ambatry foty	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Antaka foty mena	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Antaka seasea	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Antaka mavo	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Voanemba foty	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Voanemba baboka	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Voanemba mena	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Katra,Voanjo katra	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Voanjobory maina	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Voanjobory lena	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Mahalay	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Tsiasisa	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Tsaramaso mena	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Tsaramaso vanda	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Tsaramaso foty (bory, lava)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Tsaramaso mainty	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Kabaro	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Petit pois	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

F1 - Pour la consommation, mangez-vous ce type de légumineuse comme :

F1-1- Soroba (légumineuse+céréale) : 1-Oui, 2-Non

F1-2- Sorondro (légumineuse+riz) : 1-Oui, 2-Non

F1-3- Laoka : 1-Oui, 2-Non

F1-4- Vohevohe : 1-Oui, 2-Non

F2 - Comment vous l'êtes vous procuré ? 1-Acheté, 2- Cultivé, 3- Quelqu'un me la donné, 4-Autre (à préciser)

F3 - Auprès de qui les avez vous acheté ? 1- Producteur, 2- Marché, 3- Epicerie, 4- Grande surface, 5- Autre magasin, 6- Autre (à préciser)

F4 – Combien de quantité achetez-vous par semaine pendant la période de consommation ?

F5 - Comment les avez vous préparé la dernière fois? (pour chaque variété consommée)

F5-1 -triage : 1-Oui, 2-Non

F5-2 -lavage : 1-Oui, 2-Non

F5-3 -trempage : 1- Pas de trempage, 2- Moins d'1 heure, 3- De 1 à 3 heures, 4- De 3 à 6 heures, 5- De 6 à 12 heures, 6- Pendant 12 heures ou plus

F5-4 -si trempage, enlevez-vous les enveloppes des graines après ? 1-Oui, 2-Non

F5-5 -séchage : 1-Oui, 2-Non

F5-6 -réduction en farine : 1-Oui, 2-Non

F5-7 -broyage / écrasage : 1-Oui avant cuisson, 2-Oui après cuisson (purée), 3-Non

F6 - Quel mode de cuisson avez-vous utilisé ? (pour chaque variété consommée)

F6-1 –torréfaction / grillage : 1-Oui, 2-Non

F6-2 –cuisson dans l'huile : 1-Oui, 2-Non

F6-3 -cuisson à l'eau : 1-Oui au bouillon (rô), 2-Oui : ritra, 3-Oui : ketsaketsa, 4-Non

F7 – Quel type de plat faites-vous le plus fréquemment ?

ANNEXE 4: Questionnaire cultivateurs**QUESTIONNAIRE CULTIVATEUR OU AGRICULTEUR****Identification**

Numéro d'identification

/_/_/_/_/_/_/_/_

Q1	District	/ _ /
Q2	Commune	/ _ // _ /
Q3	Fokontany	/ _ // _ /
Q4	Date de l'enquête : / _ / _ / / _ / _ / / _ / _ / _ /	/ _ /
Q5	Enquêteur	/ _ /
Q6	Nom et prénom ?	
Q7	Quel âge avez-vous ?	/ _ / _ /
Q8	Quelle est votre religion ? 1-Catholique, 2-Protestante, 3-Animiste, 4-Autre (à préciser)	/ _ /

Légumineuses	Q9	Q10-1	Q10-2	Q12-1	Q12-2	Q12-3	Q13
Konoke foty							
Pisaka	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Boribory	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Konoke paro mena	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Konoke paro mainty (gadramidra)	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Konoke tsidimy	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Ambatry gasy (mena)	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Ambatry foty	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Antaka foty mena	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Antaka seasea	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Antaka mavo	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Voanemba foty	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Voanemba baboka	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Voanemba mena	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Katra, Voanjo katra, Kapiky	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /
Voanjobory	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /	/ _ /

Mahalay	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsiasisa	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso mena	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso vanda	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso foty (bory, lava)	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso mainty	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Kabaro	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/
Petit pois	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/	/__/

Q9 - Quelles sont les variétés que vous cultivez ? 1-Oui 2-Non

Q10 – Mode de culture :

Q10-1- Les faites vous en culture pure ? 1-Oui 2-Non

Q10-2- Ou en culture associée ? 1-Oui 2-Non

Q11 - Lors de la récolte des graines cultivées :

- Avez-vous utilisé une charrette pour la récolte ? 1-Oui 2-Non /__/

- Combien de charrette avez-vous récolté ?charrettes /__/

- Quelle est la taille de la charrette utilisée ? 1-Petite 2-Grande 3-Moyenne /__/

Q12-1 - Après la récolte, combien de quantité vendez vous ?

Q12-2 - Quel pourcentage stockez-vous ?

Q12-3 - Combien en consommez-vous ?

Q13 - Combien de fois par an les variétés que vous cultivez sont-elles productibles ? 1-1 fois, 2-2 fois, 3-3 fois, 4-plus de 3 fois

Q14 - Avez-vous au moins un champ de culture autre que légumineuse ? 1-Oui 2-Non /__/

- Avez-vous utilisé une charrette pour la récolte ? 1-Oui 2-Non /__/

- Quelle est la taille de la charrette utilisée ? 1-Petite 2-Grande 3-Moyenne /__/

ANNEXE 5 : Questionnaire commerçant**QUESTIONNAIRE COMMERCANT****Identification**

Numéro d'identification

/ _ / _ / _ / _ / _ /

P1	District	/ _ /
P2	Commune	/ _ // _ /
P3	Fokontany	/ _ // _ /
P4	Date de l'enquête : / _ / _ / / _ / _ / / _ / _ / _ /	/ _ /
P5	Enquêteur	/ _ /

P6 : Nom et prénom de la personne enquêtée

P7	Quel âge avez-vous ?	/ _ / _ /
P8	Quelle est votre religion ? 1-Catholique, 2-Protestante, 3-Animiste, 4-Autre (à préciser)	/ _ /
P9	Etes-vous commerçant depuis : -moins de 1 an : 1- Oui, 2- Non -1 à 5 ans : 1- Oui, 2- Non -5 à 10 ans : 1- Oui, 2- Non -10 à 15 ans : 1- Oui, 2- Non -15 à 20 ans : 1- Oui, 2- Non -Plus de 20 ans : 1- Oui, 2- Non	/ _ / / _ / / _ / / _ / / _ / / _ /
P10	Comment vous procurez-vous les graines à vendre? 1-Acheté, 2- Cultivé 3-Autre (à préciser)	/ _ /
P11	Si vous les achetez, auprès de qui les avez vous eu ? 1- Producteur, 2-Grossiste, 3-Autre (à préciser)	/ _ /
P12	Combien de variété de graines vendez-vous tous les jours ?	/ _ /
P13	Combien de variété de graines arrivez-vous à vendre en une journée ?	/ _ /

Légumineuses	P14	P15	P16	P17
Konoke foty				
Pisaka	/__/	/__/	/__/	/__/
Boribory	/__/	/__/	/__/	/__/
Konoke paro mena	/__/	/__/	/__/	/__/
Konoke paro mainty (gadramidra)	/__/	/__/	/__/	/__/
Konoke tsidimy	/__/	/__/	/__/	/__/
Ambatry gasy (mena)	/__/	/__/	/__/	/__/
Ambatry foty	/__/	/__/	/__/	/__/
Antaka foty mena	/__/	/__/	/__/	/__/
Antaka seasea	/__/	/__/	/__/	/__/
Antaka mavo	/__/	/__/	/__/	/__/
Voanemba foty	/__/	/__/	/__/	/__/
Voanemba baboka	/__/	/__/	/__/	/__/
Voanemba mena	/__/	/__/	/__/	/__/
Katra, Voanjo katra, Kapiky	/__/	/__/	/__/	/__/
Voanjobory maina	/__/	/__/	/__/	/__/
Voanjobory lena	/__/	/__/	/__/	/__/
Mahalay	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsiasisa	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso mena	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso vanda	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso foty (bory, lava)	/__/	/__/	/__/	/__/
Tsaramaso mainty	/__/	/__/	/__/	/__/
Kabaro	/__/	/__/	/__/	/__/
Petit pois	/__/	/__/	/__/	/__/

P14 - Combien de quantité (kapoaka) arrivez-vous à vendre en une journée ? ou Combien de kg arrivez-vous à vendre ?

P15 - Quel est le prix de 1 kapoaka (en Ariary) ?

P16 - Quel est le prix de 1 kg (en Ariary) ?

P17 - Consommez-vous également les graines de légumineuses ? 1-Oui 2-Non

ANNEXE 6 : Liste des communes et des fokontany enquêtés

COMMUNE	FOKONTANY
Ambanisarika	Ambanisarika centre Amborigne marofoty Angodogodo Ankilimalaindoza marofoty Antsakoamamy Mahalato
Ambazoa	Ampaipaika Halomboro I Halomboro II Malaindoza Satria
Ambonaivo	Beratro I Beratro II Kazoabo Nagnalo
Ambondro	Anatirova Anjamahasoa
Ambovombe	Ambaro II Andabolo Anjatoka I Anjatoka II Anjatoka III Berary Bevato Ebana mariagne Tanambao
Analamary	Andoarano Ankilimivory Ankilitelo Etsoha Marotsompo
Beanantara	Anjegy marolava II Anjegy morafeno Anjegy tanandava Enjoty beabobo II
Erada	Anosirogna Belaza Erada centre Habohabo nord Karagnabo
Maroalomainty	Erakoka avaratsena
Maroalopoty	Analamitsetaka centre Antsomontsoy Antsomontsoy ankeloka Belitsaka edodo Belitsaka tsimandrivotra Marokoe antsomontsoy
Sihanamaro	Tanandava I
Tsimananada	Marolava akeoheo

ANNEXE 7 : Tableau des barèmes des caractéristiques socio-économiques du ménage

Caractéristiques	Points
Titre de la maison des ménages :	
-Propriétaire	6
-Locataire	3
-Titre gratuit	1
Nombre de pièces habitables	
-1 pièce	1
-2 pièces	2
-3 pièces	3
-4 pièces	4
-5 pièces	5
Nature du sol	
-Natte	2
-Ciment	4
-Bois	3
-Autres	1
Combustible utilisé pour la cuisine	
-Bois	2
-Charbon	4
-Pétrole	6
-Gaz	10
-Résistance	8
-Autres	1
Lieu où cuisiner	
-A l'intérieur de la maison (cuisine séparée)	5
-A l'intérieur de la maison (non séparée)	4
-A l'extérieur dans une pièce	3
-En plein air sous abri	2
-En plein air sans abri	1

ANNEXE 8 : Tableau des barèmes des biens possédés par le ménage

Biens possédés	Points	
	Oui	Non
Fatapera	1	0
Marmite	2	0
Lit	4	0
Tables	5	0
Chaises	3	0
Télévision	10	0
Radio	7	0
Charrettes	8	0
Bicyclettes	9	0
Possession de champ de culture autre que légumineuse	11	0
Possession de champ de légumineuse	11	0

ANNEXE 9 : Niveau économique des ménages

- Indice ≤ 51 = niveau économique faible
- $51 < \text{Indice} \leq 63$ = niveau économique moyen
- Indice > 63 = niveau économique élevé

ANNEXE 10 : Catalogue des légumineuses de l'Androy

Quelques graines de légumineuses prélevées sur le marché et fournies par le PSASA.

Cajanus indica



C1: Ambrevade (Ambatry, Amberivatry)

Lablab purpureus



D2: Dolique brune (Antaka mena)



D3: Dolique blanche (Antaka foty)

Phaseolus vulgaris



H1: Haricot blanc (Tsaramaso foty)



H2: Haricot marbré rouge
(Tsaramaso vanda mena)



H3: Haricot sang de bœuf (Tsaramaso mena)

Phaseolus lunatus



K1: Konoke blanc (konoke foty)



K2: Konoke œil noir
(Konoke paro mainty)



K3: Konoke œil rouge (Konoke paro mena)

Mucuna pruriens



M1: Cadoque blanche, Pois mascate

Vigna unguiculata



N1: Niébé (Voanemba mara kely)

Canavalia ensiformis



Pois de vache



P1: Pois de vache (graines sèches)



P2: Pois de vache (en vert)

ANNEXE 11 : Présentation de la Région Androy

Source : ONU/POPMAP (INSTAT, 2004)

ANNEXE 12 : Tableau sur les profils de référence servant à estimer l'indice chimique d'une protéine (FAO/OMS/UNU, 1986)

Acides aminés	Nourrisson (mg/g protéines)	Enfant âgé de 2 ans et plus (mg/g protéines)
Histidine	26	19
Isoleucine	46	28
Leucine	93	66
Lysine	66	58
Méthionine + Cystéine	42	25
Phénylalanine + Tyrosine	72	63
Thréonine	43	34
Tryptophane	17	11
Valine	55	35

ANNEXE 13 : Contribution des individus principaux pour le choix de l'axe

Individu	Axe 1			Axe 2		
	Coordonnés	Cos^2	Contribution	Coordonnés	Cos^2	Contribution
P1	-7,20794	0,10646	0,03831	18,79417	0,7238	0,32233
P2	1,1834	0,0037	0,00103	-17,39653	0,79983	0,27617
P3	-2,37383	0,01303	0,00416	-18,82933	0,81992	0,32353
P4	-24,55765	0,90022	0,44471	3,02699	0,01368	0,00836
P5	-3,89155	0,08712	0,01117	3,55405	0,07266	0,01153
P6	18,29913	0,74898	0,24692	6,97108	0,1087	0,04435
P7	18,54844	0,84487	0,2537	3,87957	0,03696	0,01373

Author: ANDRIAMASINANDRAINANA Mahandry

Title: Study of consumption and nutritional value of legumes of Androy region

Abstract

In order to complete the inventory of legumes in Madagascar and valorize the legumes produced by PSASA project of GRET in the southern objective, consumption investigations by means of questionnaire to households, farmers and sellers were conducted in the region of Androy. The analysis of nutritional value and antinutritional factors were carried out on twelve varieties of edible and non edible legumes selected among the most interesting legumes, cooking test and sensory test on most varieties of legumes were also carried out. The crop system adopted by farmers, the harvesting method, the forms of storage of the households and the price of consumed legumes are known. The forms of consumption and preparation of seeds in households were particularly studied. The moisture content of seeds is low (<12%). These are good sources of proteins (20,87 to 39,71% DM) with high biological value with content of essential amino acid superior to 32% but, the sulfured amino acid constitutes the primary amino acid limit. Used for infants the chemicals scores of seed proteins are low. The seeds are poor in lipid (0,75 to 3,77% DM) but rich in carbohydrate (42,60 to 63,25% DM). Their energetical value is between 339,69 to 363,12 Kcal% DM. Their ash contents (3,34 to 5,49% DM) indicate a relative abundance in mineral elements. Antinutritional factors like phytic acid (6,20 to 15,9mg/g DM), all phenols (0,10 to 0,51% DM), tannins (0,11 to 1,99% DM) and hydrocyanic acid (32,37 to 75,5mg/kg DM) are present in these seeds. The cooking test has shown a short cooking time between 1:20 and 1:50 hour for four varieties and long cooking time between 3:15 and 4:20 for others using the Mattson method. The tried red (tsaramaso vanda mena) and the red beans (tsaramaso mena) have a bitter taste, a hard and a crunchy buccal texture.

Key words: Androy, legumes, consumption, nutritional value, protein score, antinutritional factors, bitterness

Advisor: Professor RALISON Charlotte

Auteur: ANDRIAMASINANDRAINANA Mahandry

Titre: Etude de la consommation et de la valeur nutritionnelle des légumineuses de l'Androy

Résumé

Afin de compléter l'inventaire des légumineuses à Madagascar et de valoriser les légumineuses produites par le projet PSASA de l'Objectif Sud du GRET, des enquêtes de consommation au moyen de questionnaires auprès des ménages, de cultivateurs et de commerçants ont été menées dans la région Androy. Les analyses de la valeur nutritionnelle et des facteurs antinutritionnels ont été réalisées sur douze (12) variétés de légumineuses comestibles et non comestibles parmi celles considérées comme intéressantes, ainsi qu'un test de cuisson et une analyse sensorielle sur quelques variétés. Les systèmes de culture adoptés par les cultivateurs, les modes de gestion des produits après récolte, les modalités d'approvisionnement des ménages ainsi que les prix des légumineuses sont connus. Les modalités de consommation et de préparation des graines au niveau des ménages ont été particulièrement étudiées. La teneur en eau des graines est faible (<12%). Ce sont de bonnes sources de protéines (entre 20,87 et 39,71% MS) de bonne valeur biologique avec des taux d'acides aminés indispensables supérieurs à 32%, mais les acides aminés soufrés constituent les facteurs limitants primaires. Utilisés pour les enfants âgés de moins de 2 ans, les scores chimiques des protéines des graines sont bas. Les variétés étudiées sont pauvres en lipides (0,75 à 3,77% MS) mais riches en glucides (42,60 à 63,25% MS). Leur valeur énergétique se situe entre 339,69 et 363,12Kcal % MS. Leurs teneurs en cendres brutes (3,34 à 5,49% MS) traduisent une richesse relative en éléments minéraux. Les facteurs antinutritionnels comme les phytates (entre 6,20 et 15,9mg/g MS), les phénols totaux (0,10 à 0,51% MS), les tanins condensés (entre 0,11 et 1,99% MS) et les acides cyanhydriques (32,37 à 75,57mg/kg DM) sont présents dans ces échantillons. Le test de cuisson a montré des temps de cuisson courts entre 1h20 et 1h50 pour 4 variétés et longs entre 3h15 et 4h20 pour d'autres selon la méthode Mattson. Les variétés tsaramaso vanda mena et tsaramaso mena sont caractérisées par un goût amer, une texture en bouche dure et craquante.

Mots – clés : Androy, légumineuses, consommation, valeur nutritionnelle, score protéique, facteurs antinutritionnels, amertume

Encadreur: Professeur RALISON Charlotte