

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	III
PREFACE.....	IV
SOMMAIRE.....	V
LISTE DES ABREVIATIONS	VII
LISTE DES FIGURES	VIII
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES ANNEXES	X
INTRODUCTION GENERALE	1
PREMIERE PARTIE : APPROCHE SCIENTIFIQUE ET ECONOMIQUE DU HARICOT SEC.....	3
1.1. PRESENTATIONS ET CARACTERISTIQUES DU HARICOT.....	3
1.1.1. Origine- Historique- Variétés introduites et cultivées à Madagascar	3
1.1.2. Morphologie et Biologie du haricot.....	3
1.1.3. Environnement pédoclimatique.....	5
1.1.4. Situation phytosanitaire du haricot à Madagascar	5
1.2. FILIERE HARICOT SEC MALGACHE.....	10
1.2.1. Les grands systèmes de culture de haricot sec.....	10
1.2.2. Importance et évolution de la production de haricot sec	11
1.2.3. Critères des normes malagasy sur la commercialisation et l’exportation du haricot sec.....	13
1.2.4. Evolution de la part exportable.....	14
1.2.5. Facteurs limitants de la culture de haricot sec à Madagascar	15
1.3. CONTEXTE DE L’ETUDE.....	16
1.3.1. Cadre de l’étude.....	16
1.3.2. Problématique.....	18
1.3.3. Objectifs de l’étude.....	19
1.3.4. Hypothèses	19
1.3.5. Méthodes d’approche	19
CONCLUSION PARTIELLE.....	20
DEUXIEME PARTIE : ESSAIS COMPARATIFS DES CONDUITES «ADY GASY» ET CHIMIQUE SUR LE HARICOT SEC	21
2.1. MATERIELS EXPERIMENTAUX	21
2.1.1. Matériel végétal.....	21

2.1.2. Fertilisants	21
2.1.3. Produits phytosanitaires.....	21
2.2. METHODE ET CONDUITE DE L'EXPERIMENTATION.....	23
2.2.1. Choix du lieu de l'essai	23
2.2.2. Dispositif expérimental.....	24
2.2.3. Mise en place de l'essai	25
2.2.4. Paramètres et méthodes d'observation	26
2.2.5. Méthodes d'analyse	28
2.3. RESULTATS DE L'EXPERIMENTATION	29
2.3.1. Développement de la plante	29
2.3.2. Traitements insecticides et fongicides.....	32
2.3.3. Evolution des ravageurs de haricot.....	32
2.3.4. Evolution des maladies.....	37
2.3.5. Rendements	39
2.4. ETUDES ECONOMIQUES	42
2.4.1 Coût de production de haricot sec	42
2.4.2. Calcul des revenus engendrés par la culture de haricot sec.....	46
CONCLUSION PARTIELLE.....	47
TROISIEME PARTIE : INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS.....	48
3.1. INTERPRETATIONS ET DISCUSSIONS DES RESULTATS EXPERIMENTAUX	48
3.1.1. Fertilisation pour un bon développement de la plante.....	48
3.1.2. Efficacité des pesticides naturels et synthétiques	48
3.1.3. Rendements variables suivant la conduite de culture adoptée.....	50
3.2. INTERPRETATION ECONOMIQUE.....	51
3.2.1. Importance des paramètres intrants dans l'élaboration des rendements.....	51
3.2.2. Rentabilité incertain de la conduite « Ady gasy »	52
3.3. LIMITES DE L'ESSAI ET PERSPECTIVES	53
3.3.1. Limites de la méthodologie	53
3.3.2. Limites des pratiques paysannes.....	54
CONCLUSION PARTIELLE.....	55
CONCLUSION GENERALE	56
BIBLIOGRAPHIE.....	56
ANNEXES.....	- 1 -

LISTE DES ABREVIATIONS

càs : cuillère à soupe

CIAT : Centre International d'Agriculture Tropicale

CTH : Centres Techniques Horticoles

CTHA : Centre Technique Horticole d'Antananarivo

CTHT : Centre Technique Horticole de Toamasina

DAR : Délai Avant Récolte

EAA : Extrait Aqueux d'Ail

EAP : Extrait Aqueux de Piment

EATN : Extrait Aqueux de Tourteau de Neem

ESSA : Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques

FAO : Food and Agriculture Organisation

FOFIFA : Centre National de la Recherche Appliquée au Développement Rural

jas : jours après semis

MAEP : Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche

ns : non significative

PAEA : Projet d'Appui aux Exportations Agricoles

PSFH : Projet de Structuration des Filières Horticoles d'exportation de Madagascar

RVC : Rapport Valeur Coût

RVP : Rapport Valeur Peine

SAHA : Programme de Développement Rural Suisse- Madagascar

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma de la durée du Cycle de développement de <i>P. vulgaris</i>	4
Figure 2 : Bassins de production de haricot sec à Madagascar	12
Figure 3 : Evolution de la production nationale de haricot sec entre 1994 et 2004.....	12
Figure 4 : Exportation de haricot de 1995 à 2005.....	14
Figure 5 : Schéma du dispositif	24
Figure 6 : Parcelles de haricot au stade de floraison.....	31
Figure 7 : Evolution de la hauteur moyenne des plantes suivant la conduite de culture.	31
Figure 8 : Feuilles trouées par <i>A. humeralis</i> au stade 1 ^{ère} feuille trifoliée	33
Figure 9 : Pucerons sur pied de haricot attaqué par le virus BMCV	33
Figure 10 : Evolutions des niveaux d'attaque des pucerons.....	34
Figure 11 : Chenille de <i>P. cardui</i> sur feuille	35
Figure 12 : Evolution du nombre moyen de chenilles de <i>P. cardui</i>	36
Figure 13 : Degré d'infestation de la rouille sur les parcelles	38
Figure 14 : Pourcentage moyen des gousses présentant la maladie des taches anguleuses	39
Figure 15 : Rendements bruts de haricot sec.....	39
Figure 16 : Rendements moyens commercialisables de haricots secs.....	40
Figure 17 : Pourcentages moyens des déchets de haricots secs	41
Figure 18 : Longueur moyenne des graines de haricot sec.....	41
Figure 19 : Photos des bons grains et déchets.....	42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Informations sur la culture de haricot	13
Tableau 2 : Types de fertilisants apportés et leurs doses respectives	21
Tableau 3 : Composition du fongicide naturel à l'Extrait Aqueux d'Ail.....	22
Tableau 4 : Composition du mélange à l'Extrait Aqueux de Piment	23
Tableau 5 : Durée de chaque étape du stade de développement du haricot sec	29
Tableau 6 : Caractéristiques générales du développement du haricot.....	30
Tableau 7 : Calendrier de traitement des parcelles traitées avec des produits chimiques	32
Tableau 8 : Résultats d'analyse statistique du pourcentage d'attaque de pucerons <i>A. fabae</i>	35
Tableau 9 : Résultats d'analyse statistique du nombre moyen de chenilles de <i>P. cardui</i>	37
Tableau 10 : Résultats d'analyse statistique du degré d'infestation en rouille des parcelles	38
Tableau 11 : Charges en intrants des trois conduites pour une surface de 1 are	43
Tableau 12 : Charges en main d'œuvre pour une surface de 1 are	44
Tableau 13 : Calcul des amortissements des matériels pour 1 are	45
Tableau 14 : Calcul des revenus pour une surface de 1 are	46

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Classification et Systématique du haricot sec	- 1 -
ANNEXE 2 : Etapes du cycle de développement du haricot d'après FERNANDO et al., 1987	- 1 -
ANNEXE 3 : Les autres ravageurs et maladies du haricot	- 5 -
ANNEXE 4 : Extrait de l'arrêté complétant celui du 22/12/1939 relatif à la circulation, la mise en vente et l'exportation de certains produits naturels de Madagascar et Dépendances.....	- 6 -
ANNEXE 5 : Présentation du site de mise en place de l'étude.....	- 7 -

INTRODUCTION GENERALE

Depuis la révolution industrielle de l'après-guerre, en passant par la préservation de la biodiversité, récemment, la crise alimentaire est devenue la préoccupation capitale des différents Etats du Monde entier. Toutefois, le noyau primordial de cette crise alimentaire est l'Agriculture. D'ores et déjà, la survie de l'homme en dépend, mais en plus, pour tout un ensemble de raisons, l'Agriculture a une grande importance dans l'économie et la société d'un pays [RALAIZANDRY, 2004].

L'Agriculture malgache apparaît comme une mosaïque, constituée d'une grande diversité de produits de systèmes agraires régionaux et de terroirs spécifiques. D'après les recensements effectués par des services agricoles agrégées par l'administration centrale ainsi que des sources industrielles et douanières pour les produits transformés ou exportés ; en 1960, la production agricole faisait de Madagascar un pays fortement exportateur. La situation s'est aujourd'hui inversée, l'offre de produits agricoles tend à stagner et ne satisfait plus la demande alimentaire et industrielle [FRASLIN, 2002]. La diversité des climats suivant la distribution des régions constitue une vraie potentialité, qui, malgré tout, nécessite l'adoption de nouvelles techniques agricoles plus performantes et mieux adéquates, afin d'assurer une plus grande compétitivité des produits agricoles malgaches sur le marché mondial [RALISON & GOOSSENS, 2006].

Justement, en tant que centre de mise au point et de diffusion de techniques agricoles, le Centre Technique Horticole d'Antananarivo (CTHA) coopère étroitement avec les producteurs, à la promotion des filières horticoles de haute technicité. Des expérimentations sur les orchidées, les roses, le melon, la fraise, le cornichon, le poivron, l'haricot vert... ont été réalisées pour renforcer les compétences techniques des paysans producteurs [PSFH, 2003]. Actuellement, dans le cadre du programme Légumineuse malgache focalisé sur la filière haricot sec, le SAHA, le FOFIFA, et le CTHA collaborent activement afin de sensibiliser la population sur ses bienfaits nutritifs et améliorer sa production [RAKOTOARISOA, 2006].

Le haricot sec occupe une place importante dans l'agriculture malgache. Il est cultivé dans toutes les régions de l'île. Le haricot sec est un des produits qui répond aux besoins, à la fois alimentaire (substitue la viande comme source de protéine) et source de revenus des paysans malgaches (pouvant être vendu selon les besoins des ménages et facile à stocker) [RALISON, GOOSSENS, 2006]. Par ailleurs, Madagascar avait déjà sa part de marché dans l'exportation de haricot sec. Or en ce moment, ce marché devient lui-même instable, car les produits de Madagascar ne sont pas compétitifs [SCHULZ *et al.*, 1999].

Par conséquent, le haricot sec demeure une filière à promouvoir et présente des potentialités à exploiter. Par ailleurs, avec l'épuisement des stocks alimentaires au niveau mondial et la nécessité de satisfaire les besoins nationaux, l'augmentation du rendement en haricot sec constitue une voie incontournable [RAKOTOARISOA, 2008].

La modernisation des techniques de culture traditionnelle de haricot sec est en effet, une approche pouvant nous conduire vers le développement de cette culture. Tel est l'enjeu pour les petits producteurs malgaches. Certes, les techniques d'intensification agricole figurent parmi les moyens les plus performants et procurent un résultat satisfaisant à l'immédiat, mais, l'intensification agricole n'est pas toujours accessible aux petits exploitants malgaches. Les intrants, qui sont la plupart du temps des produits importés, coûtent très cher tant à l'Etat qu'aux petits agriculteurs [RANDRIATSARAFARA, 2000].

Compte tenu de ces circonstances et dans l'objectif de promouvoir la production de haricot sec de qualité et de quantité à moindre coût, le CTHA a proposé des essais de comparaison entre conduite « Ady gasy » et conduite chimique en système de culture paysannat du haricot sec « *Phaseolus vulgaris* »: cas des Hautes Terres de Madagascar.

Cet ouvrage essaie d'élucider ce sujet de telle sorte que ; dans la première partie, un aperçu général sur les caractéristiques et sur la situation phytosanitaire du plant de haricot sera effectué ainsi qu'une évaluation simplifiée de la production malgache en haricot sec. La seconde partie de ce travail mettra en évidence le déroulement et les résultats de l'expérimentation agronomique de plein champ réalisée dans la station agricole à Nanisana et l'étude de rentabilité économique. Et la dernière partie est consacrée à l'interprétation de ces résultats, afin d'en déduire des recommandations en vue d'une amélioration future des pratiques paysannes mis en jeu.

**Première Partie : APPROCHE
SCIENTIFIQUE ET
ECONOMIQUE DU HARICOT SEC**

1.1. Présentations et caractéristiques du haricot

1.1.1. Origine- Historique- Variétés introduites et cultivées à Madagascar

Le haricot, *Phaseolus vulgaris* est une espèce de plante annuelle appartenant à la Famille des Fabacées, Ordres des Rosales (Annexe1) [WIKIPEDIA, 2008]. Originaire d'Amérique Centrale et d'Amérique du Sud, diverses variétés de haricots furent introduites à Madagascar au 16^{ème} siècle par l'intermédiaire des comptoirs français de la Côte Est. Les variétés cultivées proviennent soit de l'île Bourbon, soit de l'Europe. D'autres variétés de haricot, plus petites, ont probablement été introduites depuis l'Afrique par les Arabes sur la Côte Ouest. Les graines sont cultivées en Imerina dès le 17^{ème} siècle et c'est à partir du 19^{ème} siècle que leur culture s'y étendra [RATSIMBA, 1995].

C'est sous l'administration coloniale et la création de stations agricoles (vers les années 1910), que de nombreuses nouvelles variétés de haricot sont introduites : le lingot blanc, le lingot rouge, le coco blanc, ... Les variétés sont essentiellement diffusées à l'Ouest du pays par l'intermédiaire de concessions coloniales, soucieuses de pouvoir sécher les fèves. Elles sont d'abord destinées à alimenter le marché européen. [Malagasie, 2008]. A l'heure actuelle, les variétés de haricot sec trouvées et commercialisées à Madagascar sont le lingot blanc, le coco blanc, les rouges sang de bœufs, le flageolet, le Soissons, le Haricot gros Blanc, le Marbré rouge, ...Ce sont des variétés introduites et issues de la recherche de FOFIFA [FOFIFA, 1993].

1.1.2. Morphologie et Biologie du haricot

Le port du haricot se distingue en deux types, les haricots nains à tige courte, buissonnante, avec une hauteur de 40 cm, à croissance déterminée et les haricots grimpants appelés aussi haricot à rame, de croissance indéterminée et qui ont besoin d'un support [RECKHAUS, 1997]. Le haricot est muni d'un système racinaire pivotant et profond pouvant atteindre 1,2m de longueur. Le plus grand nombre de racines se trouve entre 0 et 25cm. Sur la racine principale partent les racines secondaires dont les radicelles sont le siège d'un phénomène de nodulation¹ [RAKOTONDRAINIBE, 1987].

¹ Le nodule étant des excroissances provoquées par l'infestation des bactéries du genre *Rhizobium* qui fixent l'azote atmosphérique. Ces bactéries vivent en symbiose avec la plante : elles reçoivent par la sève des hydrates de carbone et lui fournissent de l'ammonium synthétisé à partir de l'azote atmosphérique [WIKIPEDIA, 2008].

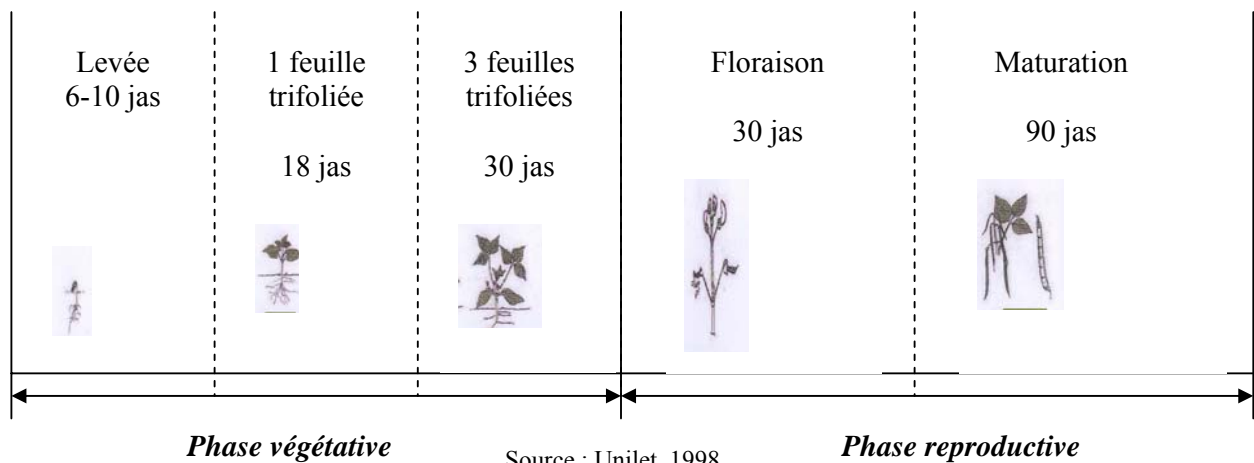
A partir de l'épicotyle s'effectue la formation des deux premières feuilles qui sont simples ; les suivantes sont trifoliées à foliole lancéolée et cordiforme à sommet acuminé et limbe mince, fragile au déchirement [CHAUX & FOURY, 1994].

Les fleurs sont isolées et sont portées sur des grappes axillaires courtes, rapidement épuisées, de 4 à 10 fleurs. Elles restent naturellement fermées (*cléistogamie*). Compte tenu de cette biologie florale, le haricot est une autogame stricte (autopollinisation) [CHAUX & FOURY, 1994].

Le carpelle évolue en gousse normalement déhiscente et de formes variées : droite, légèrement courbée ou recourbée. Il contient en moyenne quatre à huit loges pouvant contenir jusqu'à huit graines [RAKOTONDRAINIBE, 1987].

La graine est de type exalbuminé. Les réserves, constituées d'environ 27% de protéines, 60% de glucides (essentiellement amidon) et 10% d'eau se trouvent donc concentrées dans les deux volumineux cotylédons qui occupent presque tout le volume de la graine. Les graines sont réniformes (rognon), arrondies, ovales plus ou moins allongées ; de section circulaire ou plus ou moins aplatie. Les couleurs du tégument peuvent être blanches, noires, rouges, unicolores, bicolores ou marbrées, suivant les variétés [CHAUX & FOURY, 1994]. La longévité des graines en conditions moyennes de conservation, est de 3 à 5 ans. Cependant dans la pratique, seules les graines jeunes (1 à 3 ans) sont utilisées, afin d'assurer une excellente faculté germinative [ANDRIAMISANDRATRA, 2003].

Le cycle biologique de la plante du haricot se divise en deux phases successives : la phase végétative et la phase reproductive (Annexe 2). La durée du cycle, aux environs de 90 jours, dépend directement des sommes de températures ; 500 à 950 ° C sont nécessaires du semis à la récolte [UNILET, 1998].



Source : Unilet, 1998

Figure 1 : Schéma de la durée du Cycle de développement de *P. vulgaris*

1.1.3. Environnement pédoclimatique

Le haricot est une plante peu résistante au froid et exigeante en chaleur. Les besoins en température pour son développement sont compris entre 15 et 25°C [CHAUX & FOURY, 1994]. Au delà de 32° C, la plante peine à suivre la demande climatique en terme de consommation en eau [UNILET, 1998].

L'intensité lumineuse joue un rôle important dans les phases d'initiation florale, de floraison et de fructification. Sous un fort éclaircissement, on note une chute des boutons floraux avant l'épanouissement ainsi qu'un blocage de la croissance des gousses. Sous faible éclaircissement, les plantes des cultivars nains ont tendance à former des rames [UNILET, 1998].

Le haricot nécessite 300 à 400 mm d'eau, répartie de manière régulière lors de la croissance. L'excès d'humidité constitue par contre une source importante de maladies cryptogamiques. [RAKOTOVELO & RANDRIANAIVO, 1999].

Le sol silico-argileux meuble convient le mieux à la production de haricot qui redoute les terres battantes du fait de la germination épigée liée à une fragilité de l'hypocotyle dans sa partie supérieure. Le pH optimum se situe entre 6,1 et 7,4. En dehors de cette plage, les risques de blocage de l'alimentation minérale du haricot sont importants. La chute de rendement est relativement lente lorsque l'alcalinité croît, alors qu'elle est très brutale lorsque le pH descend au-dessous de 6 [CHAUX & FOURY, 1994].

En haricot, on ne parle pas de fumure de fond, les besoins de la culture en phosphore et potasse doivent être couverts le plus près possible du semis [MAUREL, 2004]. Bien qu'étant une légumineuse, le haricot a besoin de 60 à 80 unités d'azote, 120 à 160 unités de phosphore sous forme super, il est nécessaire à une assimilation chlorophyllienne active et de 150 à 180 unités de potasse sous forme de sulfate. Le haricot est sensible aux carences en oligo-éléments : Cu, Mn, Zn, Mo [COOPAGRI, 1995].

1.1.4. Situation phytosanitaire du haricot à Madagascar

De nombreux maladies et ennemis du haricot existant à Madagascar causent des dégâts importants et constituent l'un des facteurs qui affectent le rendement [RECKHAUS, 1997].

- Les principales maladies cryptogamiques

Rouille (*Uromyces appendiculatus* (Pers.)) **Basidiomycètes- Urédinales- Puccinacées** [JOLY, 1993]: C'est sans doute la maladie la plus répandue de cette Légumineuse qui existe dans toutes les régions

productrices du pays [RECKHAUS, 1997]. Les symptômes caractéristiques apparaissent sur les deux faces des feuilles, plus rarement sur les gousses et les tiges. Ils constituent en des pustules jaunes, oranges, brunes ou noires, de forme circulaire et de plusieurs millimètres de diamètre. Sur les plantes fortement attaquées, les feuilles se dessèchent et tombent [ALLEN, 1987]. La propagation de la maladie est favorisée par un temps nuageux et humide avec des rosées prolongées et une température comprise entre 18 et 24 ° C [FSG, 2000]. Les attaques de *U. appendiculatus* surviennent en général à un stade avancé de la plante, de la floraison à la récolte, n'ayant qu'un effet limité sur le rendement [RECKHAUS, 1997].

Taches anguleuses du haricot (*Phaseoisariopsis griseola*) **Adelomycètes- Moniliales- Dématiacées** [JOLY, 1993; FSG, 2000] Cette maladie se propage également dans toute l'île. Elle est particulièrement importante dans les régions chaudes et humides. Sur les Hautes Terres, son incidence augmente au stade de croissance avancée de la plante à celui de la floraison et à la fin de la période de récolte [FSG, 2000]. On observe notamment, en début de floraison, l'apparition de taches nécrotiques sur les feuilles, les tiges, les pétioles et les gousses. Ceci entraîne le jaunissement des feuilles et leur chute. A la face inférieure des taches, les fructifications du champignon sont visibles sous forme de petits poils noirâtres. Les lésions sur les tiges et les pétioles sont de couleur brun-rouge et de forme allongée. Sur les gousses, de grandes taches arrondies de couleur brun-rougeâtre apparaissent et se couvrent d'un feutrage grisâtre constitué de conidiophores et de conidies de *P. griseola* [RECKHAUS, 1997]. Le développement de la maladie est beaucoup plus rapide à 4°C. Trois heures d'une humidité adéquate suffisent pour qu'apparaissent des lésions, mais le maximum de lésion est observé après 24h d'humidité [FSG, 2000].

Anthracnose du haricot (*Colletotrichum lindemuthianum*) **Deuteromycetes- Coelomycètes- Melanconiales** [JOLY, 1993]: Répandu et commun, *C. lindemuthianum* cause souvent de sévères dégâts. L'Anthracnose est l'une des maladies du haricot les plus importantes dans le monde. Les pertes peuvent atteindre 100% surtout quand on utilise des semences infectées [ALLEN *et al*, 1996]. Les plantes attaquées présentent des stries nécrotiques brunes sur les pétioles, les nervures des tiges, les gousses ainsi que des taches brun clair sur les graines [ALLEN, 1987].

- Les maladies bactériennes

Bactériose commune du haricot (*Xanthomonas campestris* pv. *Phaseoli*) **Procaryotes- Eubactéries- Gracilicutes- Pseudomonadacées- Xanthomonas** [BALLY *et al*, 1990]: C'est une maladie rencontrée aux environs du Lac Itasy et à plusieurs endroits des Hautes Terres. La bactérie

s'attaque à plusieurs espèces de la famille des Légumineuses. Les premiers symptômes se manifestent par de petites taches aqueuses qui apparaissent notamment sur les vieilles feuilles. Elles atteignent un diamètre de 2 cm, brunissent et se nécrosent. Avec l'âge, les lésions se dessèchent sans que la feuille entière ne meure, lui donnant un aspect boulé. Les gousses attaquées montrent des lésions circulaires légèrement déprimées, de couleur brun rougeâtre. Lors de fortes attaques, le développement des graines est supprimé et il n'y a que de petites graines ridées qui présentent des taches jaunes ou brunes. Les semences atteintes par la bactériose commune germent difficilement [RECKHAUS, 1997]. Le développement de la maladie est favorisé par un temps chaud (28 à 32 ° C) et une humidité élevée [UNILET, 1998].

Graisse bactérienne ou Bactériose à halo (*Pseudomonas syringae* pv. *Phaseolicola*) **Procaryotes- Eubactéries- Gracilicutes- Pseudomonadacées- Pseudomonas** [BAILLY *et al*, 1990]: Elle s'attaque aux feuilles et aux gousses des haricots. Les symptômes foliaires consistent en de petits points nécrotiques, de 2 à 3 mm de diamètre et d'aspect humide qui sont entourés d'une zone de couleur jaune vert. Les gousses présentent des taches ovales, dispersées sur toute leur longueur. La maladie est transmise par les semences et persiste sur des débris végétaux infestés. [ALLEN *et al* 1996]. La graisse bactérienne est favorisée par des températures comprises entre 18 et 22 ° C. Elle sévit surtout dans les zones à haute altitude [UNILET, 1998].

- Les maladies virales

Mosaïque commune du haricot : Potyvirus [MESSIAEN *et al*, 1991] Provoquée par Bean Common Mosaic Virus (BMCV), elle est considérée comme l'une des viroses les plus importantes du haricot. Elle est capable de provoquer des pertes allant jusqu'à 80% [RECKHAUS, 1997]. Cette virose se transmet par la piqûre des pucerons *A. fabae*, par les semences, le pollen et par inoculation mécanique. Elle se manifeste par le gonflement des feuilles qui jaunissent au bout de quelques jours et finissent par tomber [ALLEN *et al*, 1996].

Mosaïque dorée du haricot : Géminivirus [MESSIAEN *et al*, 1991] provoquée par Bean Golden Mosaic Virus (BGMV), elle apparaît sur le haricot et sur le pois du Cap et est susceptible de causer des dégâts très importants. La virose est transmise par les mouches blanches *Bemisia tabaci*. Les symptômes se présentent sous forme de chlorose foliaire très prononcée souvent accompagnée d'un enroulement des feuilles vers le bas [UNILET, 1998].

- Les ravageurs les plus redoutés

Puceron *Aphis fabae* **Hémiptères- Aphididae** [FSG, 2000] : Un des ravageurs les plus redoutés, *A. fabae* est relativement commun et attaque le haricot partout où il est cultivé en Afrique. Les pucerons colonisent les plants de haricot particulièrement autour des tiges, des pointes de croissance et des feuilles dont ils se nourrissent en suçant la sève. En cas de forte infestation, les plantes végètent mal, leurs feuilles se recroquevillent et se boursoufflent et peuvent conduire à la mort de celles-ci [RECKHAUS, 1997]. C'est la concentration des colonies sur les points de croissance de la plante qui est responsable des baisses de rendements dues aux dégâts directs [FSG, 2000].

Chenille d' *Heliothis armigera* **Lépidoptère- Noctuidae** [FSG, 2000] : C'est l'un des ravageurs importants dans la plupart des régions du monde. Sa mobilité, sa polyphagie, sa capacité rapide de reproduction ainsi que sa diapause le rendent particulièrement adapté aux écosystèmes artificiels comme les champs. Sa prédilection pour les parties végétales issues de la floraison (gousses, graines,...) de plantes cultivées à haute valeur ajoutée (coton, tomate, haricot, pomme de terre, arachide, crucifère, piment, millet, pois aubergine...) lui confère une grande importance économique et un coût socio-économique non négligeable surtout dans les agricultures de subsistance [FSG, 2000]. La chenille ronge les gousses et le feuillage et dévore les graines. Les adultes pondent dans les gousses [RECKHAUS, 1997].

Larves et adultes d'*Apoderus humeralis* **Coléoptère- Curculionidae** [FSG, 2000] : Ils attaquent principalement le haricot et à un moindre degré à d'autres espèces de la famille des Légumineuses, telles que l'arachide, le soja, le vohème, le pois du Cap, le vouandzou, etc. Il sévit surtout sur les Hautes Terres, mais est rencontré dans presque toutes les régions productrices de haricot à Madagascar. Les plus fortes attaques sont observées durant les mois de novembre et décembre. Les larves sont extrêmement voraces et criblent les feuilles. L'adulte s'attaque aux feuilles et également aux gousses en les trouant, causant ainsi un amoindrissement de la valeur commerciale [RECKHAUS, 1997].

Mouche du haricot *Ophiomyia phaseoli* Tryon Syn. : *Melanagromyza phaseoli* Coquillet **Diptères- Agromyzidae** [FSG, 2000] : La mouche du haricot *O. phaseoli* constitue un important ravageur de haricot et existe dans toutes les régions productrices de Madagascar. Les attaques précoces peuvent être particulièrement nuisibles, tandis que leurs effets sur les plants âgés sont en général moins prononcés. L'asticot mine le limbe foliaire, le pétiole et la tige en produisant des galeries caractéristiques de couleur pâle à reflet argenté. L'installation de la

larve à la base de la tige provoque un épaissement du collet suivi de la formation de nombreuses fissures qui ressemblent à un chancre. Par la suite les plantes se fanent et meurent [RECKHAUS, 1997].

Chaque zone de production possède des ravageurs et des maladies spécifiques pouvant être rencontrés sur le haricot. D'autres ennemis et maladies existent, tels que le *Pyrameis cardui*, le Ver gris, la Mouche des semis, les Bruches, l'Acarien rouge, la Fonte des semis, l'Ascochyose (Annexe3), ou d'autres encore comme le mildiou, la sclérotiniose, les rats, les thrips, les cicadelles... Ils sont considérés comme secondaires car l'importance économique de leurs dégâts est moindre.

- Situation des méthodes de lutte

Globalement, les paysans ne pratiquent presque pas de méthode de lutte systématique contre les maladies et ennemis du haricot. Cependant, quelques auteurs proposent des moyens de lutte ;

La lutte contre les maladies fongiques vise surtout à réduire le potentiel infectieux en utilisant des semences saines et en détruisant tous les résidus de récolte. Une rotation de deux ans assure la décomposition totale de résidus et la destruction des champignons. Des traitements fongicides sont seulement à considérer dans des cas exceptionnels ; lors d'attaques précoces et lors de conditions favorables au développement d'un pathogène ou lors de multiplication de semences [RECKHAUS, 1997 ; FSG, 2000].

Concernant la lutte contre les bactéries, elle consiste particulièrement en une lutte agronomique. Il est préconisé d'utiliser des semences provenant des champs indemnes et de détruire systématiquement les premiers foyers d'attaque. Un labour profond tue les bactéries survivant dans les débris de plantes attaquées. Dans les parcelles infestées, une rotation de cultures de deux à trois ans peut réduire le danger d'une infection [RECKHAUS, 1997 ; FSG, 2000].

Quant à la lutte contre les insectes, l'utilisation d'un pulvérisateur s'avère nécessaire contre *A. fabae*. Il faut assurer une bonne couverture des faces inférieures des feuilles surtout lorsqu'on utilise un produit non systémique. Le ramassage des nids des chenilles contenant les larves d'*A. humeralis* puis leur destruction sont possibles lors de faibles attaques et sur une petite surface. Si les attaques paraissent fortes et si le stade des haricots n'est pas trop avancé, le traitement chimique est à préconiser. Des sarclages permettent de réduire les adventices qui peuvent également héberger les insectes. Préconisées contre la mouche mineuse de haricot,

les semences sont traitées avec des insecticides systémiques recommandés. Des traitements foliaires doivent débiter dès le stade de deux feuilles ou dès l'apparition des premières mines dans les feuilles. Ils devraient être répétés une ou deux fois [RECKHAUS, 1997 ; ALLEN, 1987].

1.2. Filière haricot sec malgache

1.2.1. Les grands systèmes de culture de haricot sec

Les systèmes de culture de haricot sec à Madagascar varient en fonction de la région, du type de sol, des climats locaux et de la disponibilité en eau. Ils sont effectués soit en monoculture soit associés (culture mixte) à d'autres cultures [RATSIMBA, 1995]. On peut les subdiviser en trois types distincts :

- Le système de culture de décrue de l'Ouest
- Le système de culture pluviale sur « tanety » des Hautes Terres
- Le système de culture de contre saison sur rizière

Le système de culture de décrue se rencontre dans les sols alluviaux où l'irrigation est impossible. L'alimentation en eau pour ce système est assurée entièrement par la remontée par capillarité des eaux de la nappe phréatique qui affleure au début de la culture. Il se rencontre dans les parties Ouest et Sud-Ouest de Madagascar (Miandrivazo, Marovoay). La culture est effectuée dès que le sol sur « baiboho » commence à ressuyer aux environs des mois d'avril et mai [RAKOTOVELO *et al*, 1999]. Située sous un climat propice au séchage des fèves et sur les sols de « baiboho », la culture de décrue permet une production de haricots secs de bonne qualité. La production s'insère dans les réseaux de collecte régulière et organisée. Aussi, près de 70% des récoltes issues de cette région étaient exportés vers l'Europe, la Réunion et l'île Maurice [SPECQ, 1998]. Ces régions ont cependant l'inconvénient d'être difficilement accessibles. Les variétés cultivées sont peu diversifiées, orientées vers celles exigées par l'exportateur : lingots blancs, lingots rouge, coco blanc [RAKOTOVELO *et al*, 1999].

Le système de culture pluviale sur « tanety » est effectué durant la saison pluvieuse. La culture pluviale sur « tanety » (les flancs des montagnes et les bas de pente) peut encore être subdivisée en deux types suivant la quantité de pluie [CTHA, 2006]. La culture de première saison dite « voly voalohany » ou « voly be orana » semée à partir du mois de novembre et la culture de deuxième saison ou encore « verim-boly », appelée également « voly kely orana » semée vers le mois de mars. La culture pluviale est pratiquée dans les Hautes Terres : sur les sols volcaniques du Vakinankaratra (Betafo, Itasy) et aux alentours de la falaise de l'Est

(Manjakandriana). Les haricots obtenus sont destinés à couvrir les besoins alimentaires et financiers des paysans [RAKOTOVELO et al, 1999]. Sur des sols les plus riches, ces espaces cumulent l'avantage d'une production de haricot sec de qualité et de quantité. Enfin, proches des principaux centres urbains, ces bassins de production sont facilement accessibles. Les variétés cultivées sont par conséquent un peu plus diversifiées, tout en privilégiant les variétés blanches [RAKOTOVELO et al, 1999].

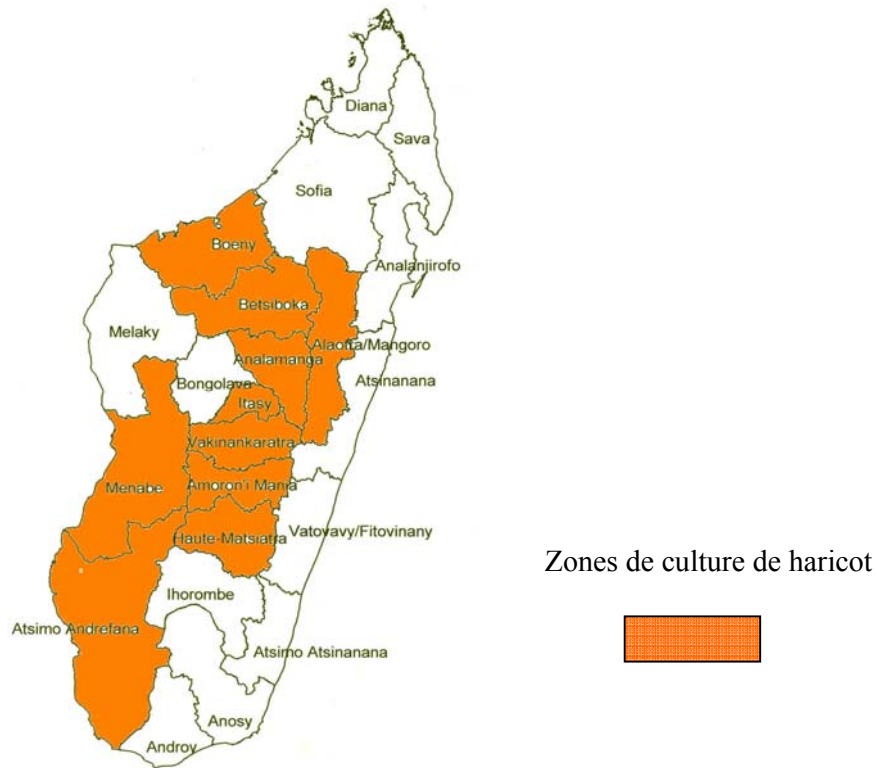
A propos du système de culture de contre saison sur rizière, la saison culturale commence le mois d'août après la moisson du riz. Ils sont rencontrés dans différentes régions : Itasy, Manjakandriana, Fianarantsoa... La culture du haricot durant cette saison fournit des avantages pour la culture suivante [RAKOTOVELO et al, 1999].

1.2.2. Importance et évolution de la production de haricot sec

D'après la FAO, la production mondiale de haricot sec en 2006 est estimée à 19,56 millions de tonnes, soit 68 % de la production mondiale totale de haricots (Haricots verts, haricot sec, haricot frais). La surface totale consacrée à cette production représente un peu plus de 26 millions d'hectares pour un rendement moyen de 7,4 quintaux par hectare. Les trois premiers pays producteurs sont le Brésil, l'Inde et la Chine. Ils utilisent 44 % de la surface totale cultivée [WIKIPEDIA, 2008].

A Madagascar, le haricot se situe au 5^e rang en terme de tonnage après les principaux produits agricoles pratiqués comme le riz, le manioc, le maïs et la pomme de terre [SIMR Bulletin n°8]. Le haricot sec est cultivé un peu partout autour des grandes villes mais surtout sur les Hautes Terres (Figure2). La culture de haricot sec occupe 10% des superficies cultivées en cultures vivrières [Malagasie, 2005].

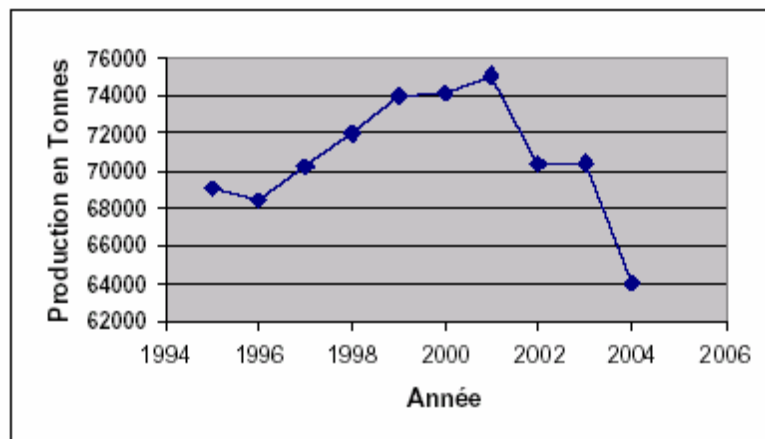
Au total, la superficie emblavée en haricot sec à Madagascar est d'environ 92000 ha. [FOFIFA, 2004]. Plus de 46 % des superficies cultivées en haricot se trouvent dans les régions des Hauts Plateaux. [MAEP, 2006]. D'après le Statistique agricole 2004-2005 du MINAGRI, 26,86% des superficies cultivées se trouvent dans la région du Vakinankaratra et 11,64% dans la région de l'Itasy. Dans les Régions de Vatovavy Fitovinany, Amoron'i Mania et Analamanga, ces superficies représentent 9% du total.



Source : CTHA, Fiche technique haricot, 2003

Figure 2 : Bassins de production de haricot sec à Madagascar

Dans son histoire, la production de haricot sec malgache a connu son pic en 2001 à 75000 tonnes [RALISON & GOOSSENS, 2006]. En effet, la production nationale a augmenté de 68000 tonnes à 76000 tonnes pendant 5 ans (1996 et 2001). Depuis 2001, la quantité produite ne cesse de diminuer, allant jusqu'à 64000 tonnes en 2004 (Figure 3).



Source : MAEP, 2006.

Figure 3 : Evolution de la production nationale de haricot sec entre 1994 et 2004

Bien que les rendements y sont assez faibles, la Province d'Antananarivo est la plus productive à cause de l'importance des surfaces emblavées en haricot et du nombre des exploitants, suivie de Fianarantsoa ; avec des productions annuelles respectives de 31.600 tonnes et de 26.100 tonnes (Tableau 1). Malgré la faiblesse en nombre de leurs exploitants, les provinces de Toamasina et de Mahajanga sont particulièrement favorables à la culture de haricot. Par ailleurs, la pratique de 2 saisons de culture sur tanety et une culture de contre saison sur rizières contribuent à une augmentation de la production.

Province	Nombre des exploitants	Pourcentage des exploitants	Superficie (Ha)	Production (Tonnes)	Rendement (T/ha)	Production par exploitant (kg)
Antananarivo	473368	46,37	39770	31611	0,795	66,78
Fianarantsoa	319444	31,29	29974	26133	0,872	81,81
Toamasina	114886	11,25	4500	4840	1,076	42,13
Mahajanga	24914	2,44	2260	2540	1,124	101,95
Toliara	53005	5,19	5715	4629	0,810	87,33
Antsiranana	35281	3,46	820	678	0,827	19,22

Source : INSTAT, Enquête agricole 2003

Tableau 1 : Informations sur la culture de haricot

Seules les provinces de Mahajanga, de Toliara et de Fianarantsoa ont des productions par exploitant supérieures à 70kg. Pour les autres, elles sont faibles voire même très faibles comme le cas de la province d'Antsiranana, car inférieures à 70kg.

Suivant la fertilité du sol, le rendement en haricot sec malgache varie de 0,8 à 2,5 tonnes par hectare. Le rendement moyen en haricot sec se situe à 0,9 tonnes/ha en saison de pluie. Des efforts devraient être entrepris en matière d'intensification agricole car, d'après le Centre International d'Agriculture Tropicale (CIAT), le rendement potentiel de la culture de haricot sec est de 5 tonnes/Ha [MAEP, 2006].

1.2.3. Critères des normes malgasy sur la commercialisation et l'exportation du haricot sec

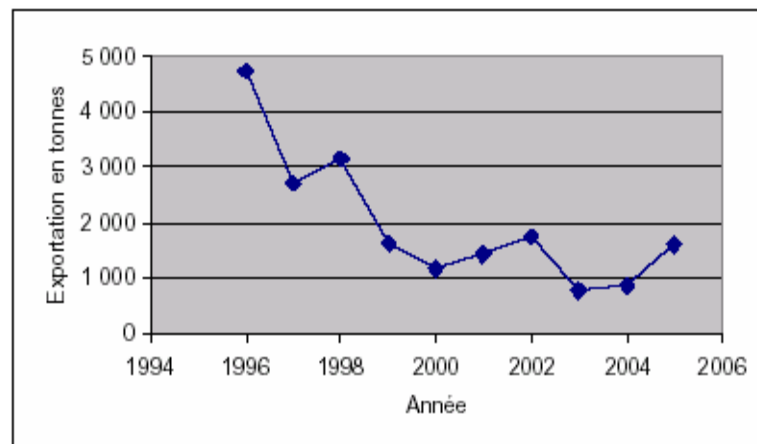
La normalisation malgache, sur la qualité de haricot sec destiné à la vente et à l'exportation, a été achevée le 9 Juillet 1941 selon le décret 13.06.1929 et l'arrêté du 22.12.1939 [RAKOTOARISOA, 2006]. Elle met en évidence les variétés de haricot, la catégorie du produit, les caractéristiques de chaque catégorie dont la couleur, la forme (oblong, rond), l'état (sec, sain et non attaqué par les insectes ni moisi), et le pourcentage de défauts. Sont considérés comme défauts les haricots tachés, ridés, brisés ou avortés. En effet, chaque variété comprend

trois catégories dont « Luxe type n°1 » avec 1% de défauts, « type n°2 » avec 5% de défauts et « type n°3 » présentant 10% de défauts. Chaque variété est soumise à une norme de calibrage, le lingot blanc d'une longueur supérieure ou égale à 14mm est par exemple classé dans la catégorie « luxe ». Les grains de petites tailles sont classés dans les déchets (Annexe 4).

1.2.4. Evolution de la part exportable

Les échanges internationaux de haricots secs portent sur environ 2,5 millions de tonnes [FAO, 2005] soit à peu près 13 % de la production mondiale. Parmi les principaux pays exportateurs figurent la Chine, les États-Unis, le Canada et l'Argentine. Ces cinq pays ont réalisé en 2005 les trois-quarts des exportations totales. Les principaux pays importateurs sont l'Inde, les États-Unis, le Cuba, le Japon, le Royaume-Uni et le Brésil. Ces cinq pays ont réalisé en 2005, 38 % des importations totales [WIKIPEDIA, 2008].

Pour le cas de Madagascar, l'île exporte le haricot sec, principalement, vers l'Europe (France, Belgique), l'île Maurice, La Réunion et les Comores. Cette exportation ne concerne que les fèves de haricots séchées provenant, pour la grande majorité, de l'Ouest Malgache. Les variétés exportées sont limitées aux lingots blancs et plus accessoirement aux variétés rouges et marbrées qui ont du bon goût et facile à la cuisson [MALAGASIE, 2005].



Source : Instat / Douanes, 2005

Figure 4 : Exportation de haricot de 1995 à 2005

Au début des années 1990, 5% de la production totale en haricot sec de Madagascar est destinée à l'exportation. La tendance à la réduction de la quantité exportée se fait sentir, car en 1998, elle n'est plus que de 3%.

Le pays a pu en exporter en 1995 jusqu'à 5974 tonnes vers les îles de l'Océan Indien, puis 4800 tonnes en 1996, puis 1160 tonnes en 2000, et 1437 en 2001 pour tomber à 767 t en 2003. Et le dernier chiffre enregistré en 2005 sur l'exportation en haricot sec s'élève à 1700 tonnes (Figure 4) [MALAGASIE, 2008 ; RABEZANDRINA, 2007]. Cette diminution de l'exportation est due à la mauvaise qualité de produit, n'incitant guère la curiosité des consommateurs potentiels, ni les investisseurs, ainsi impropre à l'exportation [FOFIFA, 2004].

1.2.5. Facteurs limitants de la culture de haricot sec à Madagascar

- Variétés de semences productives faiblement disponibles

Les variétés utilisées par les paysans en culture de haricot sec sont de faible productivité, et les paysans méconnaissent les variétés productives, produites par les centres de recherche [FOFIFA, 2004]. Les semences deviennent de plus en plus médiocres, d'où le problème actuel de qualité [SCHULZ *et al* 1999]. Les entreprises semencières sont peu nombreuses et ne satisfont pas en général la demande des paysans producteurs. La plupart des agriculteurs à petite échelle n'ont aucun accès ou ont peu d'accès aux nouvelles variétés. Ces petits exploitants se trouvent souvent dans des zones enclavées où il n'y a ni route ni centre semencier [ANDRIAMANANTSOA & RAJOELSON, 2008]. Plusieurs variétés homologuées par les autorités nationales ne sont pas multipliées pour une distribution commerciale [RAKOTOARISOA, 2006].

- Produits commerciaux hétérogènes et approvisionnement irrégulier

Les haricots secs malgaches n'atteignent pas le niveau de la qualité des produits exportés. La couleur et le calibre des grains, l'infestation par des maladies, le mélange de vieux et de nouveaux stocks constituent un facteur d'hétérogénéité de la production [RAMANANDRAIBE, 1998]. Les agriculteurs se procurent eux-mêmes leurs semences dont l'origine est ignorée [SCHULZ, *et al.*, 1999]. Plusieurs courtiers français ont évoqué le fait que des ventes de lingots blancs ou de haricot rouge en provenance de Madagascar ont pu être réalisées en Europe ponctuellement, mais ne sont pas maintenues suite aux difficultés d'assurer un approvisionnement en qualité et en quantité nécessaire dans les délais impartis par les contrats [PRIOL, 2000].

- Manque de professionnalisme sur les techniques culturales

Dorénavant, les méthodes de culture traditionnelle ne permettent plus d'obtenir une production compétitive de qualité et de quantité. Les moyens et matériels de production sont

insuffisants. A cela s'ajoute le manque de professionnalisme qui se traduit par l'incapacité technique des différents acteurs [FOFIFA, 2004].

- Utilisation des intrants agricoles faible

Une étude effectuée dans la Commune rurale de Sabotsy Anjiro montre que 5% des exploitants n'apportent pas de fumier sur le haricot. Il s'agit des autochtones possédant des parcelles situées loin des villes. Tandis que 90% des exploitants apportent du fumier de ferme produit ou acheté et sont constitués par des riverains du chef lieu de la Commune rurale [RAZANADRAKOTO, 2005]. Une autre étude effectuée dans la Circonscription du Vakinankaratra, évoque que 69% des exploitations enquêtées apportent toujours du fumier contre 9% qui apportent toujours d'engrais sur leur culture de haricot sec [ROLLIN & RABARY, 1991]. Bref, les producteurs utilisent plus le fumier que les engrais chimiques.

Quant à l'utilisation des produits phytosanitaires en tant que culture de faible importance par rapport aux autres spéculations (riz, manioc, ...), les traitements phytosanitaires sur haricot ne sont pas nécessaires pour certains paysans [RASOAMANARIVO, 1989]. 83% des enquêtés ne traitent jamais leur culture, tandis que 3% les traitent toujours [ROLLIN, RABARY, 1991]. Pourtant, la non résolution des problèmes phytosanitaires contribue à la médiocrité de la qualité des graines de haricot sec [FOFIFA, 2004].

En conclusion, l'amendement calcique corrective indispensable aux sols acides (chaux, dolomie...) est inaccessible aux petits paysans. La fertilisation organique (fumier, compost,...) très insuffisante, est limitée aux rares zones d'élevage semi-intensif [FRASLIN, 2002]. En plus, bien que l'emploi des engrais minéraux et des produits phytosanitaires soit vulgarisé, leur cherté n'incite pas les paysans à en acheter. Les fournisseurs sont souvent peu nombreux face à la demande et en profitent ainsi pour augmenter leur prix [RAHAJANIRINA, 1998]. A cela s'ajoute l'isolement et l'inaccessibilité dans les petites Communes rurales [ANDRIAMANANTSOA & RAJOELSON, 2008].

1.3. Contexte de l'étude

1.3.1. Cadre de l'étude

Le haricot est non seulement une culture améliorante du sol, mais en terme de rendement, il a aussi une grande potentialité d'environ 5 tonnes par hectare [MAEP, 2006]. A Madagascar, les producteurs de haricot sec en cultivent encore selon des méthodes

traditionnelles, octroyant un rendement moyen de 1 tonne par hectare [RAKOTOARISOA, 2008]. En outre, d'après les résultats d'enquêtes en 1992- 1993 parus dans le livre « Gestion Phytosanitaire Intégré en culture maraîchère à Madagascar, 1995 », parmi les cultures maraîchères, le haricot est le plus attaqué par les ravageurs avec 79%, contre 67% pour les crucifères, 62% pour les cucurbitacées et 40% pour les tomates [RAKOTOARIMANANA, 1995].

On peut dire donc qu'en terme de rendement et de protection phytosanitaire, le haricot sec malgache reste une filière à promouvoir. Or, l'accroissement du rendement et l'amélioration de la qualité de haricot sec passent par un renforcement de capacité des producteurs sur les techniques culturales. En outre, le choix de la variété est capital ; elle joue un rôle important dans l'amélioration de rendement [RAKOTOARISOA, 2008].

Pour ce faire, l'Etat malgache a intégré l'Agriculture intensive, qui fait appel à l'utilisation des engrais chimiques pour corriger les mauvais rendements, des pesticides pour garantir une production saine et de qualité, ainsi que des semences améliorées, considérées comme étant le principal frein identifié au développement de la culture du haricot sec [RAKOTOARISOA, 2007].

Il est certain que le recours à l'Agriculture intensive est le meilleur moyen pour assurer une production élevée. L'utilisation des fertilisants chimiques apporte plus d'éléments nutritifs satisfaisant les besoins des plantes. De même, pour les pesticides de synthèses, ils sont prêts à l'emploi, à action rapide et souvent très efficaces contre les ennemis cibles [ZEHRER, 2000].

D'un côté, aujourd'hui, l'homme se rend compte des effets néfastes de ces produits. Les chercheurs n'ont pas pensé que les plantes préfèrent s'assimiler des éléments minéraux du sol qui sont préparés par les micro-organismes. A l'étranger, l'agriculture intensive qui donne des rendements aussi prodigieux a en outre apporté des effets négatifs, à savoir l'atteinte à l'environnement (Dégradation des sols et pollution des eaux par infiltration des nitrates et de produits de traitements), l'inadéquation des techniques agricoles (déséquilibre biologique de la plante qui affaiblit son système d'autodéfense, destruction de certains prédateurs alliés des cultivateurs), les consommateurs en péril (empoisonnement lent de l'organisme humain par rémanence de produits toxiques, pollution de l'atmosphère). L'agriculture intensive n'est alors qu'une solution à l'immédiat, mais à long terme, elle est destructrice. [RANDRIATSARAFARA, 2000].

De l'autre côté, les paysans pensent que l'utilisation des engrais et des pesticides de synthèse accroît le coût de production et ne profite qu'aux grandes exploitations minoritaires. Alors que, la majorité des producteurs malgaches exploite de petite surface, et ils sont souvent confrontés aux problèmes de fertilité insuffisante du sol, de disponibilité limitée des engrais et des pesticides. Par ailleurs, le coût souvent très cher de ces intrants n'est pas toujours abordable au pouvoir d'achat de ces petits producteurs [RANDRIATSARAFARA, 2000]. Par conséquent, on assiste à de mauvais apports en éléments fertilisants et la plupart des méthodes de lutte pratiquées par les paysans reposent sur le traitement chimique aveugle [RAFALIMANANA, 2003].

Vu ces contraintes liées à l'utilisation des engrais et pesticides chimiques dans l'Agriculture, les techniciens du CTHA ont commencé par se demander si cela valait la peine d'intégrer l'Agriculture intensive dans la culture de haricot sec. Ils voudraient savoir si la fertilisation organique seule peut procurer le même rendement obtenu avec l'Agriculture intensive en matière de haricot sec. N'y a-t-il pas d'autres moyens techniques qui pourront résoudre les problèmes de qualité et de quantité sur la production de haricot sec actuelle, et qui sont plus abordables aux petits exploitants.

Associées au problème d'accessibilité aux produits phytosanitaires, des méthodes de lutttes traditionnelles dites « ady gasy », valorisant les produits naturels ne manquent pas. Le résultat d'une enquête réalisée dans la région de Haute Matsiatra montre que 5% des producteurs effectuent une lutte biologique contre les pucerons du haricot par l'utilisation des produits naturels tels le piment, la cendre, le neem... Comme il n'existe pas encore de formule exacte d'usage, ces produits sont peu efficaces [ANDRIAMANANTSOA & RAJOELSON, 2008]. Ce résultat d'efficacité ne doit pas se traduire par l'abandon du produit. En effet, il est intéressant de savoir les bénéfices gagnés par les paysans. C'est la raison pour laquelle les produits chimiques, souvent très efficaces, ne constituent pas forcément la bonne solution pour les paysans à cause de leur prix trop élevé [ZEHRER, 2000].

Bref, une étude de la pratique de lutte phytosanitaire «Ady gasy» associée à la conduite «Ady gasy» utilisant la fumure organique, mérite d'être approfondie.

1.3.2. Problématique

Comment promouvoir une production de haricot sec de qualité et de quantité, avec un investissement à moindre coût?

1.3.3. Objectifs de l'étude

Amélioration de la culture de haricot sec avec une technique culturale à moindre coût et moins pénible, en vue d'une production de qualité et de quantité par la pratique de lutte phytosanitaire et en vue d'une production de quantité par l'apport de fertilisant.

1.3.4. Hypothèses

- La pulvérisation des produits naturels « Ady gasy » diminue l'infestation des maladies et la population des ravageurs du haricot, et améliore la qualité voire la quantité produite.

- La technique de lutte « Ady gasy » associée à la fertilisation organique coûte moins chère que l'utilisation des produits chimiques de synthèse.

- La conduite « Ady gasy » est économiquement et techniquement rentable par rapport à la conduite chimique.

1.3.5. Méthodes d'approche

La conduite « Ady gasy » et la conduite chimique sont toutes les deux des techniques culturales pratiquées par les paysans malgaches. Nous avons défini la conduite « Ady gasy » comme étant la technique culturale pratiquée par les paysans qui utilisent des engrais organiques comme fertilisants. En plus, la lutte phytosanitaire « Ady gasy » est intégrée dans cette conduite « Ady gasy » pour lutter contre les maladies et ennemis du haricot. La conduite chimique, quant à elle, fait appel à l'intensification agricole pratiquée par les paysans. Elle est caractérisée par l'apport de fertilisants organiques et d'engrais minéraux, qu'ils soient simples ou composés et par la pratique de traitement phytosanitaire avec des pesticides de synthèse.

L'expérimentation que nous avons réalisée sur le haricot sert à évaluer puis à comparer l'efficacité de deux modalités de traitements phytosanitaires : « Ady gasy » et chimique. Ce sont les moyens de lutte couramment pratiqués par les paysans. L'objectif étant de vérifier les deux premières hypothèses en comparant les rendements commerciaux fournis et les pourcentages de déchets obtenus pour chacune des conduites de culture.

Une simple analyse économique nous amène à l'évaluation et à la comparaison des coûts et bénéfices de production du haricot sec pour la conduite « Ady gasy » et la conduite chimique. Et d'en déduire la bonne pratique qui convient le mieux aux paysans.

Le témoin non traité est considéré comme un outil de référence pour cet essai. Il n'est sujet à aucun mode de fertilisation ni à aucune modalité de traitement phytosanitaire.

Outre leurs caractéristiques, les trois conduites suivent les mêmes itinéraires techniques.

CONCLUSION PARTIELLE

La culture de haricot sec occupe une place importante dans l'agriculture malgache. Elle est adaptée presque dans toute l'île. Toutefois, le haricot est victime des attaques considérables de différentes sortes de ravageurs qui causent des dégâts susceptibles d'affecter le rendement.

La fertilité naturelle du sol et la variabilité des conditions climatiques des zones productrices conditionnent les systèmes de culture adoptés en matière de haricot sec ainsi que la variation des rendements obtenus.

A l'heure actuelle, on assiste à une production régressive de haricot sec, que ce soit pour la consommation nationale ou pour l'exportation. La compétitivité (qualité, quantité, prix) des haricots secs malagasy s'est détériorée. Les principales contraintes liées à cette diminution de l'offre sur le marché du haricot sec sont : la dégénérescence des semences, la baisse de la qualité des produits, l'incapacité paysanne d'améliorer les techniques culturales : les éléments fertilisants sont chers et faiblement disponibles, les exploitants n'achètent que très peu d'engrais et n'utilisent pratiquement pas de semence améliorée, ils ne considèrent pas l'importance des traitements phytosanitaires.

Cette première partie nous a permis de contourner les généralités sur la filière haricot sec et de déduire que le rendement en haricot sec malgache est loin d'être à son optimum et que leur qualité se dégrade de plus en plus. Pour comprendre les causes à l'origine de ce faible rendement et de cette dégradation qualitative du haricot sec, une étude sur les pratiques paysannes en terme d'apport en éléments fertilisants et de lutte phytosanitaire ne méritent-elles pas d'être approfondies ? La deuxième partie de cet ouvrage mettra en évidence les résultats de l'expérimentation sur cette question.

**Deuxième Partie : ESSAIS
COMPARATIFS DES CONDUITES
«ADY GASY» ET CHIMIQUE SUR
LE HARICOT SEC**

2.1. Matériels expérimentaux

2.1.1. Matériel végétal

La variété naine de haricot sec de type lingot blanc a été choisie car c'est la plus cultivée par les paysans malgaches. En plus, elle figure parmi les variétés les plus appréciées des consommateurs malgaches et des exportateurs [RAKOTOARISOA, 2008]. C'est une semence améliorée par le FOFIFA et produite par ValyAgri. Comme caractéristiques, le poids de 100 graines est de 58 grammes et le rendement espéré est de 1,8 t/ha.

2.1.2. Fertilisants

Le type et la dose des fertilisants utilisés varient suivant les conduites de culture (tableau 2). Le compost est le seul fertilisant utilisé pour la conduite «Ady gasy». Le compost est choisi dans cette expérimentation, car au moment du semis, il est le seul fertilisant organique disponible chez le CTHA. Pour ce qui est de la conduite chimique, NPK, Urée, Sulfate de potasse, et compost sont épandus sur les parcelles. Les parcelles témoins de référence n'ont reçu aucune fertilisation.

Tableau 2 : Types de fertilisants apportés et leurs doses respectives

PRODUITS	DOSE
NPK	2,5kg par are
UREE	0,5kg par are
Sulfate de potasse	2,5kg par are
COMPOST	250 kg par are

Source : CTHA, fiche technique haricot sec

2.1.3. Produits phytosanitaires

- Comme fongicide nous avons utilisé :

Le **Dithane[®] M.45** en conduite chimique : un fongicide de la famille chimique des Carbamates (Dithiocarbamates), c'est un produit sous forme de poudre, utilisé contre la rouille, les taches anguleuses. Il a comme matière active le Mancozèbe qui est employé à raison de 1600g/ha. Son Délai Avant Récolte (DAR) est de 20jours [COUTEUX & LEJEUNE, 2004].

Parmi les produits naturels : petit lait, bouse de vache, ail sont testés sur Solanacées (tomates) et connaissent leur efficacité contre le mildiou et les fontes de semis [RAHERIMANDIMBY, 1998]. Dans cet essai, nous nous intéresserons sur l' *Allium sativum* (Liliacée), connu sous le nom vernaculaire de **ail**. Il nous semble mieux disponible et facile à manier. L'ail possède des composés soufrés volatils qui sont souvent considérés comme étant un moyen de défense de la plante productrice contre divers organismes comme les pathogènes et les ravageurs [CATHERINE *et al.*]. En effet, l'allicine, substance active que renferment les bulbes d'ail, lui confère outre ses propriétés anti-biotiques et nématocides, la vertu fongicide [RAZAFINDRAMANANA, 2007]. Donc, cette propriété fongicide de l'ail est testée afin de voir son efficacité sur d'autres champignons comme la rouille du haricot. L'ail est accompagné d'autres produits selon le Tableau 3. On considère que le mélange s'appelle Extrait Aqueux d'Ail (EAA).

Tableau 3 : Composition du fongicide naturel à l'Extrait Aqueux d'Ail

Composition EAA	Formation- Dose d'emploi
Ail 135g Pétrole 3cc Savon artisanal 60g Eau 10 litres	Solution de 10 litres à pulvériser pour 1 are

Source : RAHERIMANDIMBY L., 1998

Les mélanges ail pilé, savon, pétrole et eau sont macérés pendant 24 heures et filtrés avant pulvérisation.

- Du côté insecticide :

Pour éviter les phénomènes de résistance vis-à-vis des insectes, deux types d'insecticide sont intercalés à chaque traitement pour la conduite chimique.

Le premier étant le **Dimex[®] 400**. Il appartient aux Organo-phosphorés et est recommandé contre les Pucerons, Acariens, Cigariers, Chenilles, Mouches. La dose de matière active qui est le Diméthoate est de 0,75 l/ha [SEPCM, 2007]. Son DAR est de 15 jours.

Le deuxième insecticide est le **Basy[®] 550** appartenant aux familles chimiques des Organo-phosphorés et des Pyrethrinoides de synthèse. Préconisé contre les mouches, les pucerons, les cochenilles, le Basy est constitué par un ensemble de deux matières actives :

Chlorpyriphos-ethyl et Cypermethrine. Avec un DAR de 15 jours, ces matières actives sont utilisées à raison de 0,6 l/ha [SEPCM, 2007].

Les produits naturels à base des extraits aqueux de Neem (EAN), de Piment (EAP), de Tourteaux de Neem (EATN), d'Aloès, de Tephrosia ... possèdent une certaine efficacité vis-à-vis des insectes comme les acariens, les cochenilles et en particulier les pucerons [DPV- GTZ, 2000]. Connaissant son efficacité, sa disponibilité et sa facilité de manipulation, nous avons choisi dans cette expérimentation comme insecticide le **piment** *Capsicum frutescens* (Solanacées). Il contient un alcaloïde : la capsaïcine douée de propriétés physiologique et toxicologique remarquables, [MOREAU, 1948]. Le choix est porté en particulier sur la variété « pilo kely », mélangée avec de la suie et du savon artisanal (Tableau 4). L'ensemble des ingrédients est nommé Extrait Aqueux de Piment (EAP).

Tableau 4 : Composition du mélange à l'Extrait Aqueux de Piment

Composition (EAP)	Formation- Dose d'emploi
Piment 2càs	Extrait aqueux 10 litres à pulvériser pour 1 are
Suie 2càs	
Savon artisanal 40g	
Eau 10 litres	

Source : RAHERIMANDIMBY L., 1998

Les fruits de piment « pilo kely » mûrs, séchés et réduits en poudre sont macérés avec la suie et l'eau pendant 24heures. Puis, le savon artisanal (savon noir) gratté est rajouté dans le mélange. Le produit est filtré avant utilisation.

2.2. Méthode et conduite de l'expérimentation

2.2.1. Choix du lieu de l'essai

Le lieu de l'essai est choisi, d'abord suivant les conditions pédo-climatiques de la région qui doivent être favorables à la culture, puis suivant la disponibilité de surface cultivable appropriée au besoin de haricot et au dispositif pré-établi, ensuite suivant l'aplanissement de la surface et la facilité de surveillance des parcelles. La zone d'essai se situe ainsi dans la station d'expérimentation de CTHA à Nanisana. Le climat de la région où se trouve le site est de type tropical d'altitude. Le sol y est de type ferrallitique et présente une structure grumeleuse et une texture sablo-limoneuse. Le terrain présente une faible pente d'environ 1% (Annexe 5).

2.2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif choisi pour cette expérimentation est un bloc de Fischer randomisé (répartitions faites au hasard). Les modalités de traitement sont caractérisées par trois blocs avec trois répétitions. L'expérimentation est placée sur une superficie totale de 114,68 m² dont 64,8m² est cultivée. En effet, l'essai comporte 9 parcelles élémentaires dont chacune mesure 7,2m² (8m*0,9m). Les parcelles élémentaires sont séparées entre elles par des distances de 1m suivant la longueur de la bande et de 20 cm suivant la largeur (Figure 5).

B : conduite « *Ady gasy* » fertilisée avec du compost et traitée aux produits naturels : EAA, EAP

C : conduite chimique utilisant du compost et des engrais chimiques (NPK, Urée, K₂SO₄) comme fertilisant et des pesticides chimiques de synthèse (Dithane® M.45, Dimex® 400, Basy® 550) pour les traitements phytosanitaires

T : témoin de référence non fertilisé et non traité

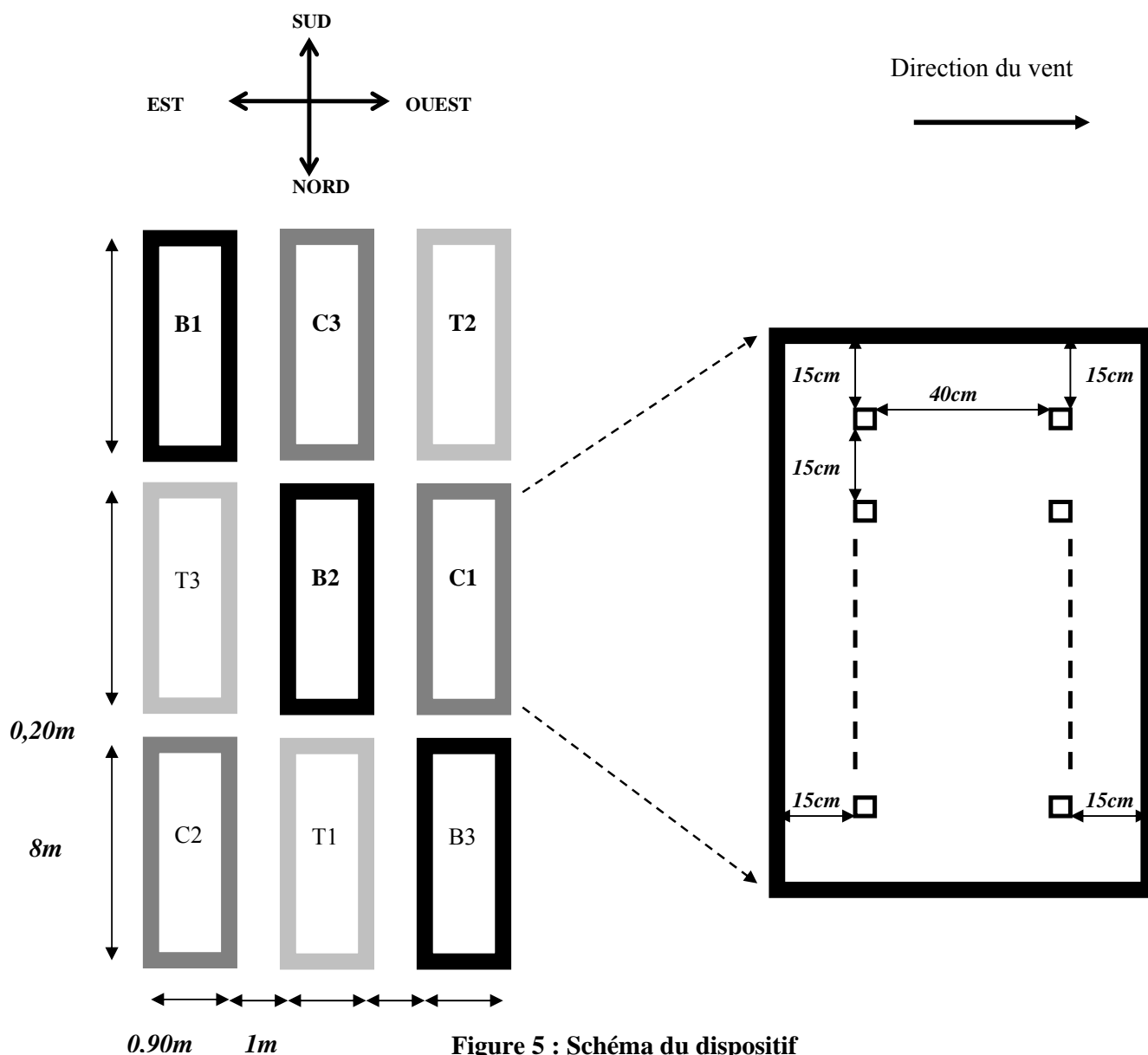


Figure 5 : Schéma du dispositif

2.2.3. Mise en place de l'essai

Cette expérimentation est effectuée dans le cadre du système de culture pluviale sur «tanety» des Hautes Terres en culture de deuxième saison ou «verim-boly» ou encore «voly kely orana».

Les itinéraires techniques adoptés sont ceux recommandés par la fiche technique de la culture de haricot proposée par le CTHA.

Le labour est effectué avec l'« Angady », à une profondeur d'environ 20 cm. Des petits sillons, espacés de 20cm et de 1m constituant l'allée, sont tracés avec l'« angady ». Ensuite, le compost et éventuellement les engrais sont épandus suivant les doses prescrites pour chaque type de conduite (Tableau 2), puis enfouis.

Le semis, réalisé le 13 mars 2008, est effectué à raison d'une graine par trou sur les billons, suivant deux lignes espacées de 40cm. La distance entre les trous sur une ligne est de 15cm. En effet, chaque parcelle élémentaire présente 100 graines dont 50 d'un côté et 50 de l'autre, suivant les lignes de semis (Figure 5). La densité de plantation correspondante est donc de 1389 graines/ are.

L'arrosage est fait à raison d'une fois par jour. Il est suspendu deux jours après application de pesticides sur la culture. Pour favoriser la maturation des graines, il est arrêté deux semaines avant la récolte.

Durant le cycle de haricot, deux sarclages sont réalisés. Le premier a lieu au stade 4 feuilles (20 à 25 jours après semis) et le second vers la fin de la floraison (40 à 44 jours après semis).

Les traitements à l'aide d'un pulvérisateur sont réalisés le matin après évaluation des ennemis et notation des maladies. Les insecticides sont pulvérisés dès l'apparition des ravageurs. Pour éviter la nuisance vis-à-vis des insectes pollinisateurs, les traitements insecticides sont suspendus durant la floraison. Par opposition aux insecticides, les fongicides sont avant tout utilisés afin de prévenir le risque d'apparition des maladies.

La récolte est réalisée à partir du moment où les gousses se dessèchent et jaunissent et où la teneur en eau des graines diminue jusqu'à 15% et ces dernières acquièrent la coloration typique de la maturité physiologique.

2.2.4. Paramètres et méthodes d'observation

Toutes les mesures et observations sont faites sur les 25 % de la population totale d'une parcelle élémentaire. Le nombre d'échantillons est alors constitué de vingt-cinq (25) pieds fixes choisis au hasard.

Deux types d'évaluation sont réalisées tout au long de l'expérimentation : les évaluations qualitatives et les évaluations quantitatives.

- Paramètres qualitatifs

Le comptage des pieds levés, 7 jours après semis, permet la détermination du **taux de germination**. Puis, à l'issue de la récolte, les pieds récoltés sont dénombrés afin de déterminer le **taux de mortalité** des plants. Enfin, du semis à la récolte, les **stades de développement** du haricot sont notés au fur et à mesure de l'avancement de l'expérimentation. Dans la culture de haricot, on considère que le début de chaque stade de développement coïncide avec le moment où 50 % des plantes entrent dans chaque étape [FERNANDO *et al.*, 1987]. Pour ce faire, nous nous sommes référés aux étapes de développement du haricot (Annexe 2).

En effet, nous avons considéré que la **phase végétative** se termine vers la fin du stade troisième feuille trifoliée, soit une journée avant le début du stade pré-floraison. La **durée des étapes de développement**, quant à elle, est l'ensemble des nombres de jours des phases végétative et reproductive, en excluant les jours d'attente avant la récolte. Plus précisément, elle commence au semis et se termine vers le début de la maturation. Et la **durée totale du cycle** est le nombre de jours pendant lesquels la culture de haricot est sur les parcelles.

Ces données permettent d'identifier l'existence d'une certaine précocité au sein des conduites de culture.

Les parcelles font ensuite l'objet de contrôles systématiques au niveau de la hauteur de la végétation et de l'état phytosanitaire de la culture.

La production de biomasse aérienne est obtenue par la mesure de la **hauteur des plants** de haricot, du collet au méristème primaire sommital. Trois mesures systématiques sont effectuées tous les quinze jours, à partir de l'étape pré-floraison (29 jours après semis).

Concernant l'état phytosanitaire, les **dates d'apparition des maladies et des insectes** sont notées. Le traitement insecticide est déclenché dès l'apparition de pucerons et/ou de chenilles. Le traitement fongicide est pratiqué de façon préventive. Chacune des interventions est faite en même temps pour les deux conduites de culture (« Ady gasy » et chimique). Une évaluation des ennemis et de maladie est réalisée au moment du traitement puis une autre après deux jours, ensuite après sept jours.

Les insectes difficiles à dénombrer comme les pucerons, souvent en colonies sont notés avec des pourcentages d'attaques attribués aux pieds observés (0% : pas d'attaque ; 5 à 10% : présence d'une faible colonie, 10 à 30% : peu colonisé ; 30 à 60% : moyennement attaqué ; supérieur à 60% : fortement attaqué). Par contre, les insectes dénombrables comme les chenilles sont comptés.

Concernant la maladie, une note de 0 à 5 est donnée à chaque pied d'observation suivant l'importance de la rouille :

- La note 0 correspond à un pied sain ne présentant pas la maladie
- La note un 1 est attribuée à un pied qui présente la maladie
- La note deux 2 pour les pieds faiblement malades
- La note trois 3 pour les pieds moyennement atteints
- La note quatre 4 est affectée aux pieds gravement atteints

- Paramètres quantitatifs

Ces mesures sont effectuées seulement après pesage des grains de haricot sec récoltés.

Rendements

Après trois jours de séchage et d'andainage (selon le temps qu'il fait) des gousses, on passe au battage. Ensuite, les productions brutes et commerciales issues des échantillons sont pesées. Deux types de rendement sont ensuite calculés : le **rendement brut** en haricot sec, englobant les grains sains et les déchets, ainsi que le **rendement commercial** obtenu après triage des bons grains.

Les **pourcentages de déchets** issus du triage des productions brutes sont ensuite calculés. Ces déchets sont constitués par les graines avortées, les graines tachetées et mal formées à cause des maladies et insectes. L'homogénéité de la récolte est également prise en

considération. La mesure de la **longueur moyenne des grains secs** permet de classer le lot dans telle ou telle catégorie suivant les critères de normes appliquées sur le haricot sec (Annexe 4).

2.2.5. Méthodes d'analyse

L'efficacité des produits naturels est évaluée à partir de la formule d'HENDERSON TILTON [DPV- GTZ, 2000].

$$\%d'efficacité = \left[1 - \frac{Tap * Cav}{Tav * Cap} \right] * 100$$

Tap : insectes vivants dans la parcelle traitée après traitement

Cav : insectes vivants dans la parcelle témoin avant traitement

Tav : insectes vivants dans la parcelle traitée avant traitement

Cap : insectes vivants dans la parcelle témoin après traitement

Pour l'analyse et l'appréciation des résultats, ces derniers sont traités sous Excel. Pour savoir s'il y a une différence significative entre chaque modalité de traitements, nous avons soumis nos données d'observations au test de ANOVA du « Statgraphics plus », car la répartition de nos données suit la loi normale.

Concernant les résultats économiques, le calcul des différents ratios est essentiel afin d'évaluer la rentabilité des types de conduite de culture.

- Le rapport valeur coût (RVC) permet d'évaluer la rentabilité économique ou non, de chaque conduite.

- RVC < 1 signifie que la technique en question n'est pas intéressante du point de vue économique.
- 1 < RVC < 2 veut dire que la technique nécessite une amélioration pour être vulgarisée.
- RVC > 2 implique que la technique est apte à la vulgarisation.

- Le coût de revient par kilogramme indique le coût de production d'un kilogramme de haricot sec, un coût de revient bas est toujours intéressant.

- Le Rapport Valeur Peine (RVP) est caractérisé par la valeur ajoutée produite par rapport aux efforts de travail investis par l'exploitation.

2.3. Résultats de l'expérimentation

2.3.1. Développement de la plante

- Stade de développement du haricot

Le résultat de la notation du nombre de jours, marquant le début de chaque étape de développement du haricot sec est présenté dans le tableau 5.

Tableau 5 : Durée de chaque étape du stade de développement du haricot sec (J : Jours 0 correspondant à la date de semis)

PARCELLES	B1	B2	B3	C1	C2	C3	T1	T2	T3
Semis	J+0	J+0	J+0	J+0	J+0	J+0	J+0	J+0	J+0
Germination V0	J+6	J+6	J+6	J+6	J+6	J+6	J+5	J+5	J+6
Emergence V1	J+7	J+7	J+7	J+7	J+7	J+7	J+7	J+7	J+7
Feuilles primaires V2	J+9	J+9	J+10	J+10	J+9	J+9	J+10	J+10	J+9
Première feuille trifoliolée V3	J+11	J+11	J+11	J+11	J+11	J+11	J+11	J+11	J+11
Troisième feuille trifoliolée V4	J+21	J+22	J+22	J+22	J+22	J+21	J+23	J+22	J+22
Pré-floraison R5	J+28	J+29	J+29	J+29	J+29	J+29	J+29	J+29	J+29
Floraison R6	J+38	J+38	J+38	J+38	J+38	J+38	J+37	J+38	J+37
Formation des gousses R7	J+45	J+45	J+45	J+45	J+45	J+45	J+44	J+44	J+45
Remplissage des gousses R8	J+53	J+54	J+54	J+55	J+54	J+54	J+53	J+53	J+53
Maturation R9	J+86	J+86	J+83	J+88	J+88	J+88	J+83	J+82	J+83
Récolte	J+88	J+88	J+88	J+90	J+90	J+90	J+88	J+85	J+88

- Taux de germination- Taux de mortalité- Durée du cycle

Comme on n'a pas traité les parcelles contre les insectes terricoles au début de la culture, des pieds sont morts à cause du vers gris qui attaque le collet, d'autres sont fanés à cause de la mouche mineuse ou sont flétris à cause de la Fonte de semis *Pythium spp.*, d'autres ont dépéri sans raison visible car il n'y a pas de trace de pourriture au niveau des racines.

Le tableau 6 nous résume le développement global du haricot pendant l'expérimentation.

La faculté germinative du lingot blanc affectée à chaque conduite est bonne en générale. Aucune différence significative n'a été enregistrée que ce soit au niveau du taux de germination, du taux de mortalité ou à celui de la durée de la phase végétative.

Par contre, l'analyse statistique a évoqué une différence moyennement significative sur la durée de la phase reproductive de chaque conduite de culture ($p < 1\%$), et par conséquent sur la durée des étapes de développement ($p < 1\%$). En effet, pour la phase reproductive, la comparaison des moyennes fait apparaître trois groupes différents. Du point de vue de la maturité, le haricot issu de la conduite «Ady gasy» est plus précoce (3 jours de plus que le témoin) alors que le haricot issu de la conduite chimique est plus tardif (6 jours de plus que le témoin). Quant à la durée totale du cycle, la différence est peu significative ($p < 5\%$). La conduite «Ady gasy» et le témoin appartiennent au même groupe homogène et la conduite chimique leur diffère.

Tableau 6 : Caractéristiques générales du développement du haricot (σ : écart type ; F : ratio de Fischer ; p : Probabilité associée à la valeur de F ; les valeurs indiquées avec des lettres différentes sont significativement différentes entre chaque conduite).

	Conduite « Ady gasy » (moyenne$\pm\sigma$)	Conduite Chimique (moyenne$\pm\sigma$)	Témoin (moyenne$\pm\sigma$)	F	p
TAUX DE GERMINATION (%)	a 92,00 \pm 2,08	a 96,00 \pm 3,60	a 93,00 \pm 2,64	1,41	0,3146
TAUX DE MORTALITE (%)	a 13,66 \pm 12,34	a 10,33 \pm 4,16	a 14,00 \pm 1,00	0,22	0,8111
PHASE VEGETATIVE (jours)	a 27,66 \pm 0,57	a 28,00 \pm 0,00	a 28,00 \pm 0,00	1	0,4219
PHASE REPRODUCTIVE (jours)	b 57,33 \pm 2,08	c 60,00 \pm 0,00	a 54,66 \pm 0,57	13,71	0,0058
DURRE DES ETAPES DE DEVELOPPEMENT	b 85,00 \pm 1,73	c 88,00 \pm 0,00	a 82,66 \pm 0,57	19,3	0,0024
DURRE TOTALE DU CYCLE	a 88,00 \pm 0,00	b 90,00 \pm 0,00	a 87,00 \pm 1,73	7	0,027

- Production de biomasse aérienne et Hauteur des plants

A première vue sur les parcelles, il nous semble qu'une nuance sur la couleur verte des plants est remarquée. En effet, un vert foncé avec des feuilles assez étouffantes caractérisent les plants sous conduite chimique, un vert moyennement clair et des feuilles moyennement abondantes sur les parcelles sous conduite «Ady gasy», et une couleur vert pâle sur les témoins (Figure 6).

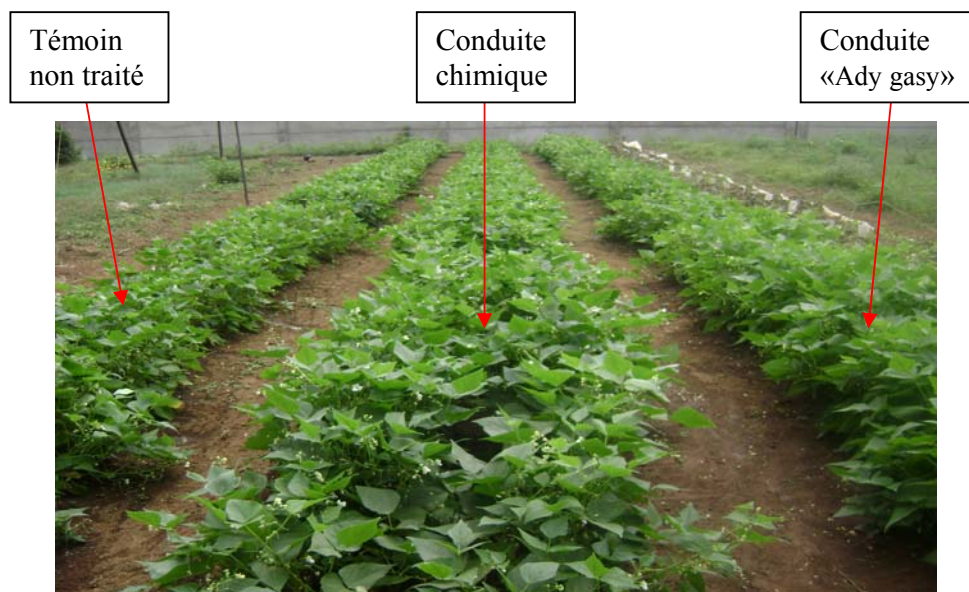


Figure 6 : Parcelles de haricot au stade de floraison

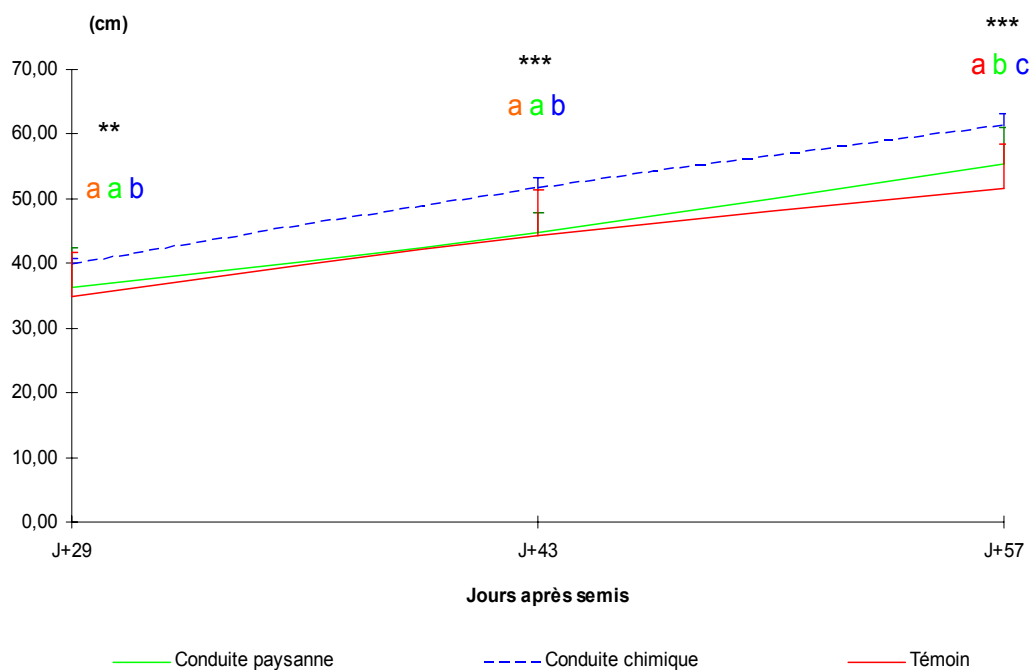


Figure 7 : Evolution de la hauteur moyenne des plantes suivant la conduite de culture

(*** : $p < 0,1 \%$; ** : $p < 1 \%$; Ecart type ; Pour un jour donné, les hauteurs des plantes indiquées avec des lettres différentes sont significativement différentes entre les conduites de culture)

La Figure 7 montre l'évolution de la hauteur moyenne du haricot pendant trois mesures. Au bout de 29 jours après semis, une différence moyennement significative est observée sur la hauteur du haricot ($F = 4,53$; $p = 0,017$). Au 43^{ème} jour après semis, cette différence devient de plus en plus significative ($F = 9,98$; $p = 0,0001$). Pendant ces deux dates, le témoin et la conduite «Ady gasy» appartiennent au même groupe homogène et diffèrent de la conduite chimique. Cinquante sept jours après le semis, la différence entre les plantes issues des trois conduites est hautement significative ($F = 12,7$; $p \approx 0$). La comparaison des moyennes fait apparaître trois groupes distincts.

2.3.2. Traitements insecticides et fongicides

L'intervalle des traitements fongicide et/ou insecticide est de 9 jours. En général, les traitements fongicide et insecticide sont effectués à des jours différents. Il arrive cependant, que l'on traite les parcelles en même temps, juste après pulvérisation des fongicides, il s'en suit les insecticides (tableau 7).

Tableau 7 : Calendrier de traitement des parcelles traitées avec des produits chimiques et naturels (EAP : Extrait Aqueux de Piment ; EAA : Extrait Aqueux d'Ail ; J : jour 0 correspondant à la date de semis)

DATES	JOURS APRES SEMIS	PRODUITS		PRODUITS		MALADIES ET ENNEMIES CIBLES
		CHIMIQUE	DOSE	NATURELS	DOSE	
04-avr	J+23	BASY	0,6 l/ha	EAP	Cf. composition	Pucerons & Chenilles
14-avr	J+33	DIMEX	0,75 l/ha	EAP	Cf. composition	Pucerons & Chenilles
15-avr	J+34	DITHANE	1600g/ha	EAA	Cf. composition	Rouille
24-avr	J+43	DITHANE	1600g/ha	EAA	Cf. composition	Rouille
05-mai	J+54	BASY	0,6 l/ha	EAP	Cf. composition	Pucerons & Chenilles
05-mai	J+54	DITHANE	1600g/ha	EAA	Cf. composition	Rouille
14-mai	J+63	DIMEX	0,75 l/ha	EAP	Cf. composition	Pucerons & Chenilles
14-mai	J+63	DITHANE	1600g/ha	EAA	Cf. composition	Rouille

2.3.3. Evolution des ravageurs de haricot

Vers la fin du stade première feuille trifoliolée (11 jours après semis), des adultes d' *A. humeralis* ont commencé à dévorer les tissus foliaires (Figure 8), puis à pondre leurs œufs, en les cachant ensuite à l'intérieur des feuilles enroulées en cigare. Vu que ce genre d'insecte est un coléoptère, il se déplace beaucoup. Par ailleurs, ses larves restent intactes à l'intérieur du cigare. Ainsi, une lutte mécanique (ramassage manuel) constitue le meilleur moyen pour amoindrir les dégâts causés par cet insecte.



Figure 8 : Feuilles trouées par *A. humeralis* au stade 1^{ère} feuille trifoliée

Ensuite, vers le début du stade troisième feuille trifoliolée (22 jours après semis), une pullulation de pucerons est observée (Figure 9).

Le premier traitement insecticide est pulvérisé contre le puceron *A. fabae* dès son apparition et en même temps contre *Pyrausta nubilalis* (Annexe 3). La figure 10 montre l'évolution de la population de pucerons, exprimée en pourcentage moyen d'attaque sur les parcelles sous conduites «Ady gasy», chimique et sur témoin en fonction du nombre de jours après semis.



Figure 9 : Pucerons sur pied de haricot attaqué par le virus BMCV

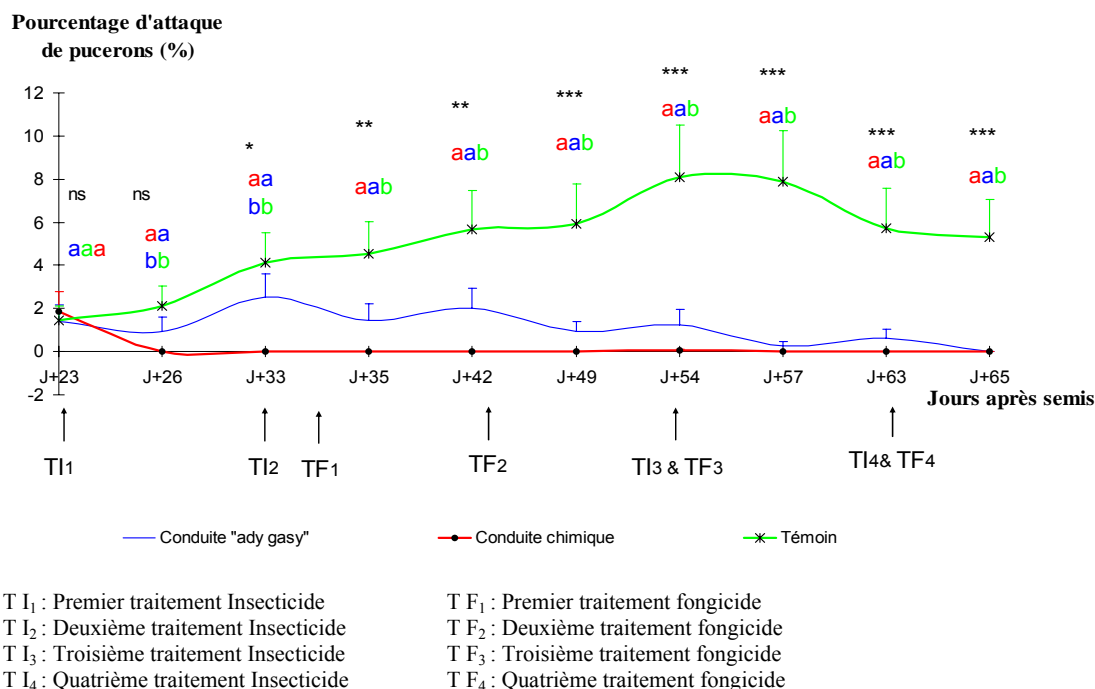


Figure 10 : Evolutions des niveaux d'attaque des pucerons (***) : $p < 0,1 \%$; ** : $p < 1 \%$; * : $p < 5 \%$; ns : $p > 5\%$; Barres d'erreur type ; Pour un jour donné, les pourcentages de pucerons indexés avec des lettres différentes sont significativement différents suivant les conduites de culture)

Le niveau d'attaque des pucerons sur les parcelles témoins non traitées progresse de 2 à 8 %, du semis jusqu'à 57 jas, tandis que celui des parcelles traitées est dégressif. Trois jours après le premier traitement insecticide (J+26), le calcul du taux d'efficacité de l'EAP, à partir de la formule d'HENDERSON TILTON, a donné un résultat de 54%. Malgré cela, la différence entre le pourcentage d'attaque de pucerons des trois conduites de culture est non significative. Par contre deux jours après le deuxième traitement insecticide (J+35), le pourcentage d'efficacité de l'EAP diminue à 47% et les parcelles traitées (conduites «Ady gasy» et chimique) sont significativement différentes des parcelles témoins. Sept jours après (J+42), le même résultat est constaté mais à un pourcentage d'efficacité de 42%. Néanmoins, une semaine après (J+49), jusqu'à 2 jours après le quatrième traitement (J+65), l'Extrait Aqueux de Piment est respectivement efficace de 74% à 100%, la différence entre parcelles traitées et parcelles témoins reste hautement significative. Quant aux insecticides chimiques (Basy et Dimex), 3 jours après leur première application (J+26), les colonies de pucerons disparaissent et ne reviennent qu'au bout de 3 semaines après le deuxième traitement (Figure 10 ; Tableau 8).

Tableau 8 : Résultats d'analyse statistique du pourcentage d'attaque de pucerons *A. fabae* (F : ratio de Fischer ; p : probabilité associée à la valeur de F ; j : jour ; J : jour 0 correspondant à la date de semis)

	Date de comptage	Jours après semis correspondant	F	p
T I ₁	04-avr	J+23	0,1	0,9031
T I ₁ +2j	07-avr	J+26	2,72	0,0679
T I ₂ = T I ₁ +9 j	14-avr	J+33	4,3	0,0148
T I ₂ +2	16-avr	J+35	5,81	0,0035
T I ₂ +9 j	23-avr	J+42	5,97	0,003
T I ₂ +16 j	30-avr	J+49	8,38	0,0003
T I ₃	05-mai	J+54	8,68	0,0002
T I ₃ +2j	08-mai	J+57	10,45	0
T I ₄	14-mai	J+63	8,34	0,0003
T I ₄ +2j	16-mai	J+65	9,44	0,0001



Figure 11 : Chenille de *P. cardui* sur feuille

Ensuite, des adultes de *P. cardui* ont aussi commencé à pondre leurs oeufs sur les feuilles, vers le début du stade troisième feuille trifoliolée (22 jours après semis). Dès l'éclosion des oeufs, les larves s'attaquent au parenchyme foliaire. Le premier traitement contre ces larves de *P. cardui* (Figure 11) est effectué à ce moment même.

D'après la figure 12, il y a autant de chenilles sur les parcelles non traitées que sur les parcelles traitées. Les parcelles sous conduite chimique sont généralement les moins infectées. Trois jours après le premier traitement insecticide (J+26), le nombre de chenilles sur les parcelles traitées aux insecticides chimiques et naturel baisse jusqu'à zéro. Cependant, l'analyse statistique ne démontre aucune différence significative sur le nombre moyen de chenilles entre les trois conduites de culture. Sept jours après (J+33), le nombre de chenilles sur les parcelles traitées au produit naturel (EAP), et sur les parcelles témoins augmente. Cette

fois-ci, le résultat statistique établit une différence moyennement significative entre les parcelles traitées et les parcelles témoin non traitées. Deux jours après le deuxième traitement insecticide (J+35), on constate le même résultat, les parcelles sous conduites chimique et « *Ady gasy* » appartiennent au même groupe et l'efficacité de l'EAP descend à 50%. Une semaine après (J+42), chaque parcelle appartient à trois groupes différents et il semble que le produit naturel n'a aucun effet. La semaine qui suit (J+49), le nombre de chenilles sur les parcelles traitées à l'EAP diminue jusqu'à 0, la comparaison des moyennes montre que la conduite chimique et la conduite « *Ady gasy* » appartiennent au même groupe alors que le témoin non traité est différent. A partir du troisième (J+54) jusqu'au quatrième traitement insecticide (J+63), le nombre de chenilles sur les parcelles sous conduite « *Ady gasy* » suit une courbe ascendante et la différence n'est pas significative entre les trois conduites de culture. L'efficacité de l'EAP est respectivement 50% puis 81% deux jours après le troisième traitement et le quatrième traitement insecticide. Deux jours après ce dernier traitement (J+65), la différence entre les parcelles qui ont reçu des traitements et celles non traitées est hautement significative (Tableau 9).

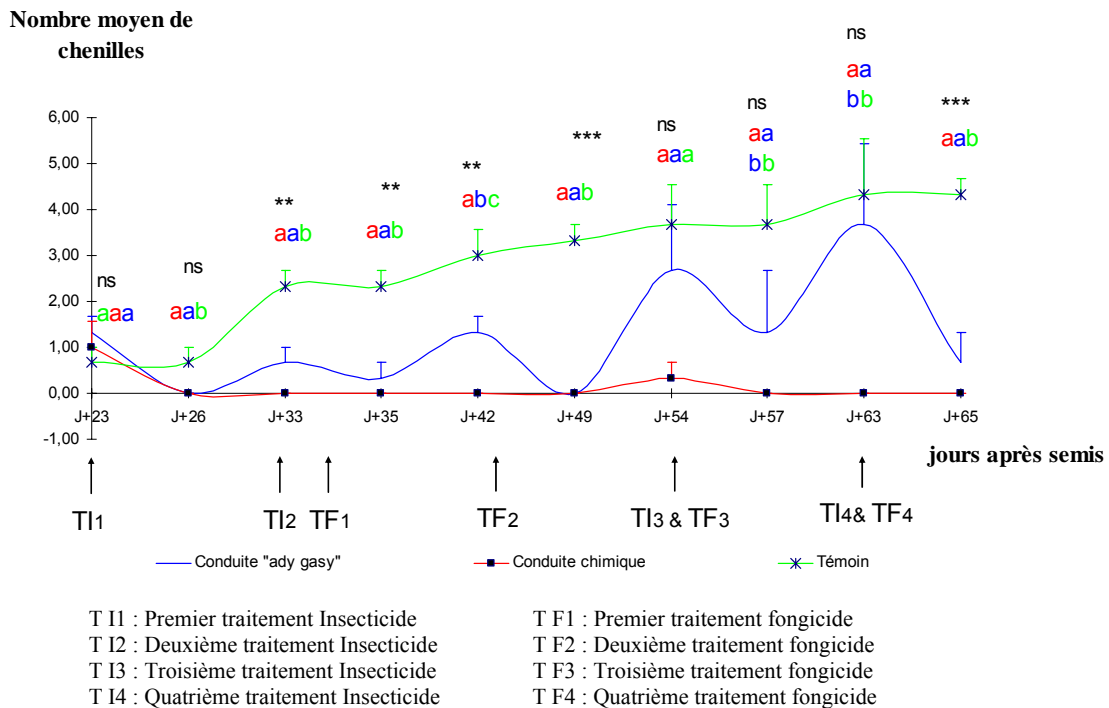


Figure 12 : Evolution du nombre moyen de chenilles de *P. cardui* (*) : $p < 0,1 \%$; ** : $p < 1 \%$; * : $p < 5 \%$; ns : $p > 5 \%$; Barres d'erreur type ; Pour un jour donné, les nombres moyens de chenilles indexés avec des lettres différentes sont significativement différents suivant les conduites de culture)**

Tableau 9 : Résultats d'analyse statistique du nombre moyen de chenilles de *P. cardui* (F : ratio de Fischer ; p : probabilité associée à la valeur de F ; j : jour ; J : jour 0 correspondant à la date de semis)

	Date de comptage	Jours après semis correspondant	F	P
T I ₁	04-avr	J+23	0,6	0,5787
T I ₁ +2j	07-avr	J+26	4	0,0787
T I ₂ = T I ₁ +9 j	14-avr	J+33	19,5	0,0024
T I ₂ +2	16-avr	J+35	21,5	0,0018
T I ₂ +9 j	23-avr	J+42	15,25	0,0044
T I ₂ +16 j	30-avr	J+49	100	0
T I ₃	05-mai	J+54	2,93	0,1297
T I ₃ +2	08-mai	J+57	4,04	0,0773
T I ₄	14-mai	J+63	3,59	0,0945
T I ₄ +2j	16-mai	J+65	29,4	0,0008

Existence d'autres ennemis et auxiliaires

Des chenilles de *H. armigera* sont observées une fois sur les parcelles, lors du stade de remplissage des gousses (54 jours après semis). Ces chenilles ont disparu deux jours après le quatrième traitement insecticide. D'autres insectes tels le *Bemisia tabaci* ne présentent pas de danger direct et sont présents le long du cycle de la culture. Nous avons également rencontré des auxiliaires prédateurs sur les parcelles : des larves et des adultes de coccinelles *Cheliomenes sulphurea* et *C. simulans*.

2.3.4. Evolution des maladies

La rouille du haricot, une maladie fongique causée par *U. appendiculatus* est observée sur la culture vers le début de la floraison (34 jours après semis). A première vue sur les parcelles, celles sous conduite « Ady gasy » sont moins infestées que celles sous conduite chimique. D'après la figure 13, le degré d'infestation des parcelles monte progressivement durant l'expérimentation. Du premier traitement fongique jusqu'à 2 jours après le troisième traitement fongique, les différences sur les degrés d'infestation en rouille des parcelles traitées et celles non traitées sont non significatives. Sept jours après le quatrième traitement (J+70), une différence hautement significative est constatée. La comparaison des moyennes fait apparaître deux groupes homogènes : les parcelles traitées à l'EAA et les parcelles témoins non traitées sont extrêmement différentes des parcelles traitées au fongicide chimique Dithane. Ces dernières sont moyennement atteintes par la rouille alors que les deux premières sont faiblement atteintes (Figure 13 ; Tableau 10).

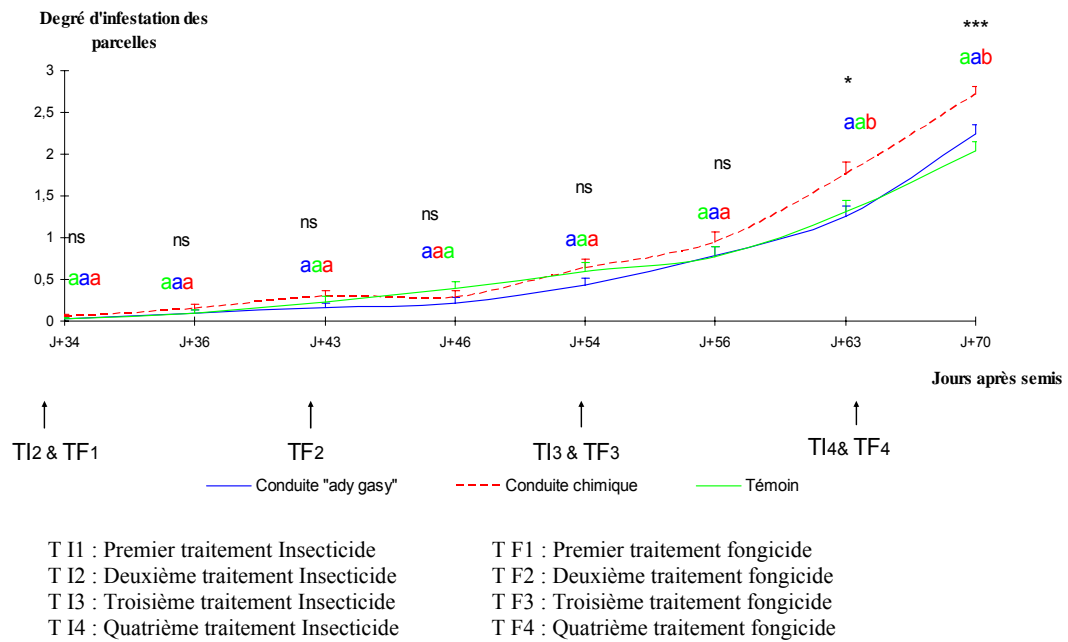


Figure 13 : Degré d'infestation de la rouille sur les parcelles (***) : $p < 0,1 \%$; * : $p < 5 \%$; ns : $p > 5\%$; Barres d'erreur type)

Vers le début du stade pré-floraison (29 jours après semis) est apparue la maladie des taches anguleuses causée par *I. griseola*. Ses symptômes, caractérisés par des taches nécrotiques, sont observés d'abord sur les feuilles primaires.

Tableau 10 : Résultats d'analyse statistique du degré d'infestation en rouille des parcelles (F : ratio de Fischer ; p : probabilité associée à la valeur de F)

	Date de comptage	Jours après semis correspondant	F	P
T F ₁	15-avr	J+34	0,51	0,59
T F ₁ +2j	17-avr	J+36	0,44	0,6462
T F ₂ = T F ₁ +9 j	25-avr	J+43	0,96	0,383
T F ₂ +2	28-avr	J+46	1,23	0,2943
T F ₃ = T F ₂ +9 j	05-mai	J+54	1,19	0,3056
T F ₃ +2	07-mai	J+56	0,73	0,4852
T F ₄ = T F ₃ +9	14-mai	J+63	4,42	0,0131
T F ₄ +7j	21-mai	J+70	11,19	0

Au fur et à mesure du développement de la plante, le champignon gagne en hauteur. La notation sur pied s'avère assez délicate. Ainsi, après avoir incubé quelques gousses présentant les symptômes, puis identifié la maladie au microscope optique, nous avons décidé de dénombrer les gousses malades. La figure 14 nous montre le pourcentage, par conduite de culture, des gousses récoltées présentant la maladie des taches anguleuses.

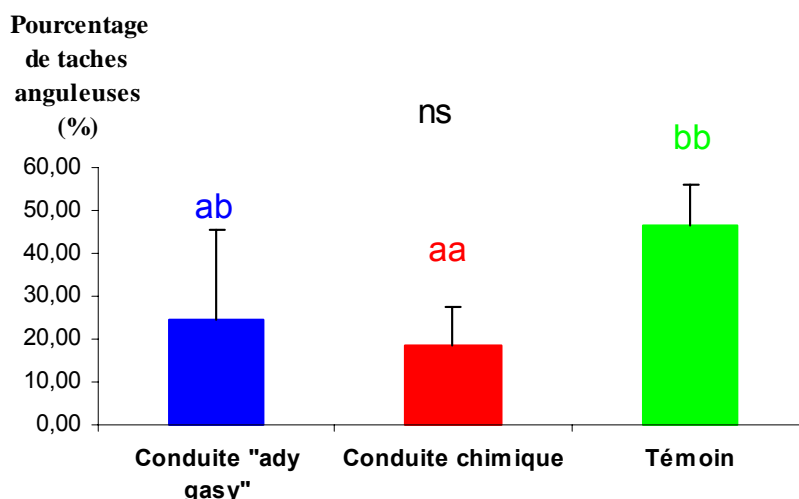


Figure 14 : Pourcentage moyen des gousses présentant la maladie des taches anguleuses (ns : $p > 5\%$; Barres d'erreur-type)

L'analyse statistique démontre que, la différence entre les pourcentages moyens de gousses présentant la maladie des taches anguleuses demeure non significative ($F = 3,9$; $p = 0,08$).

2.3.5. Rendements

Le rendement brut obtenu avec la conduite «Ady gasy» se trouve entre celui de la conduite chimique qui donne le meilleur rendement (36,78 kg/are) et celui du témoin qui a le plus faible rendement (24,54 kg/are) (Figure 15).

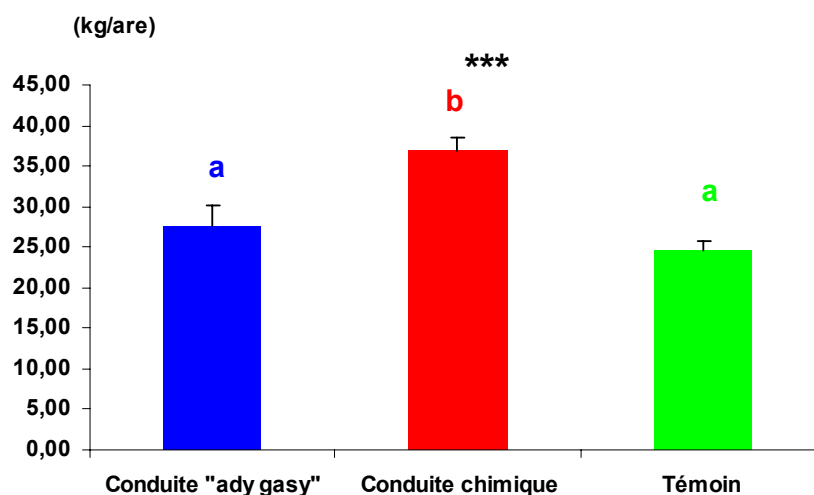


Figure 15 : Rendements bruts de haricot sec (***) : $p < 0,1\%$; Ecart type)

Le résultat de l'analyse statistique montre qu'une différence hautement significative existe entre les trois conduites de culture ($F= 33,68$; $p= 0,0005$). Le rendement brut obtenu avec la conduite chimique est très significativement différent des rendements observés sur le témoin et sur la conduite «Ady gasy». Son groupe homogène est donc différent de la conduite «Ady gasy» et du témoin.

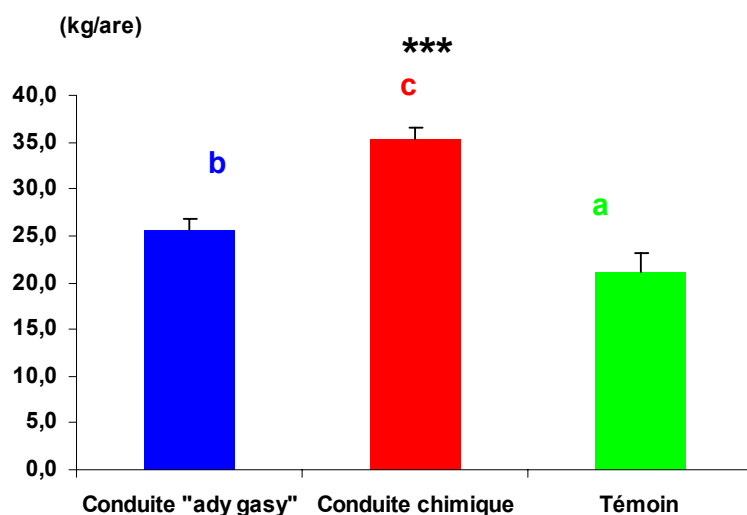


Figure 16 : Rendements moyens commercialisables de haricots secs (*) : $p < 0,1\%$; Ecart- type)**

A propos des rendements commerciaux, l'analyse statistique montre qu'il y a une différence hautement significative entre les rendements commerciaux des trois conduites de culture ($F= 65,85$; $p= 0,0001$). La comparaison des moyennes des rendements commerciaux fait apparaître trois groupes distincts (Figure 16).

Concernant les pourcentages de déchets, l'analyse statistique démontre une différence peu significative entre les pourcentages moyens des déchets ($F= 6,68$; $p= 0,0298$). Le classement des moyennes des pourcentages de déchets pour chaque conduite de culture fait apparaître deux groupes homogènes. Entre la conduite chimique et la conduite «Ady gasy», les déchets sont similaires, il en est de même entre la conduite «Ady gasy» et le témoin. Seuls, les déchets enregistrés dans la conduite chimique sont significativement différents à ceux du témoin (Figure 17).

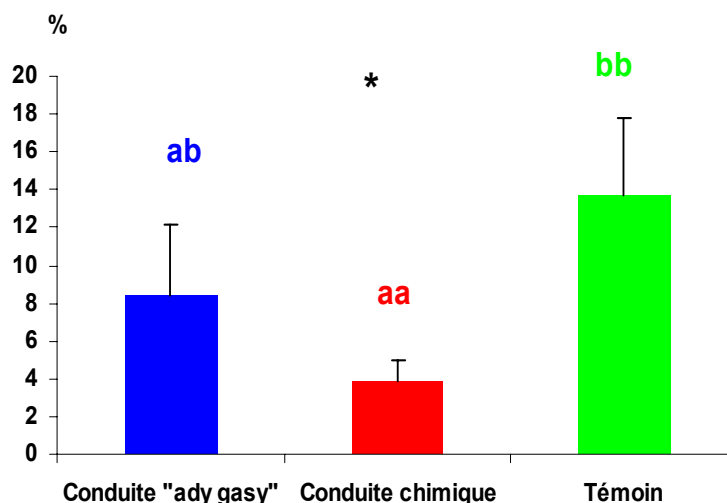


Figure 17 : Pourcentages moyens des déchets de haricots secs (* : $p < 5\%$; Ecart type)

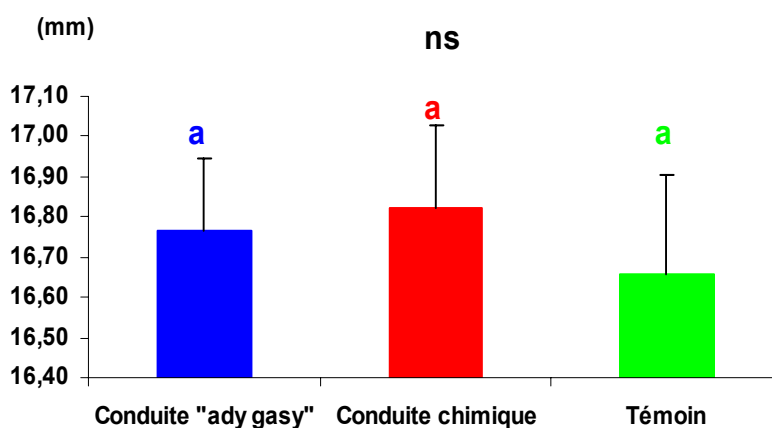


Figure 18 : Longueur moyenne des graines de haricot sec (ns : $p > 5\%$; Barre d'erreur type)

Quant à la longueur moyenne des graines, aucune de différence significative n'est observée ($F = 0,15$; $p = 0,8615$). Les lots sont donc homogènes et ils appartiennent à la catégorie de lingot blanc luxe car ils sont supérieurs à 14mm de long (Figure 18).

La Figure 19 montre les photos des bons grains constituant les produits commercialisables et les déchets de haricot sec après la récolte. Généralement, les déchets sont constitués en majorité par des grains attaqués par des maladies bactériennes. Puis, un champignon appelé *Sclerotinia* a été détecté sur les grains, après identification au microscope

électronique. Le reste des déchets est constitué de grains avortés et de petite taille. Nous avons remarqué l'absence de grains perforés par les insectes.



Figure 19 : Photos des bons grains et déchets

2.4. Etudes économiques

2.4.1 Coût de production de haricot sec

Les coûts de production de haricot sec pour une surface de 1 are sont calculés en considérant les coûts des intrants (Tableau 11), les charges en main d'œuvre (Tableau 12) et les coûts des matériels amortissables (Tableau 13).

Les charges en intrants pour la conduite «Ady gasy» et la conduite chimique sont à peu près similaires. Quatre-vingt-deux pour-cent des charges en intrants de la conduite chimique sont investis dans la fertilisation et 6% dans les produits phytosanitaires. Du côté de la conduite «Ady gasy», ces proportions sont successivement 49% et 39%. Les prix des produits sont basés sur ceux de l'époque où l'expérimentation a été débutée.

Tableau 11 : Charges en intrants des trois conduites pour une surface de 1 are

	Unité	Prix unitaire (Ar)	Besoin (unité / are)	Montant (Ar/are)	Fréquence traitement	Montant total	
CONDUITE "ADY GASY"							
Semence	kg	3000	0,805	2415	1	2415	
Fertilisants							
COMPOST	kg	40	250,000	10000	1	10000	
Produits Phytosanitaires							
FONGICIDE	AIL	kg	3200	0,125	400	4	1600
	PETROLE	Litre	2200	0,003	6,6	4	26,4
	SAVON	unité	300	3,000	900	4	3600
INSECTICIDE	PIMENT	unité	100	1,000	100	4	400
	SAVON	unité	300	2,000	600	4	2400
	SUIE		0	2,000	0	4	0
Total						20441,4	
CONDUITE CHIMIQUE							
Semence	Kg	3000	0,805	2415	1	2415	
Fertilisants							
COMPOST	Kg	40	250,000	10000	1	10000	
NPK	Kg	1200	2,500	3000	1	3000	
K2SO4	Kg	1400	2,500	3500	1	3500	
UREE	Kg	1300	0,500	650	1	650	
Produits Phytosanitaires							
FONGICIDE	MANCOZEBE	Kg	11200	0,016	179,2	4	716,8
INSECTICIDES	DIMEX	Litre	20000	0,008	150	1	150
	BASY	Litre	20000	0,006	120	3	360
Total						20791,8	
TEMOIN							
Semence	kg	3000	0,805	2415	1	2415	
Total						2415	

Tableau 12 : Charges en main d'œuvre pour une surface de 1 are

	Main d'œuvre M.O (hj)	Fréquence	Total M.O (hj)	Prix unitaire (Ar)	Montant (Ar)
CONDUITE « ADY GASY »					
Labour-Emiétage	0,80	1	0,80	1 600	1280
Apport de fumier- billonnage	0,78	1	0,78	1 600	1240
Semis	0,24	1	0,24	1 600	380
Sarclage/désherbage	1,00	2	2,00	1 600	3200
Arrosage	0,13	55	6,88	1 600	11000
Traitement phytosanitaire	0,14	4	0,58	1 600	920
Arrachage- Andainage-	2,31	1	2,31	1 600	3696
Battage	0,50	1	0,50	1 600	800
Total	5,89		14,07		22516
CONDUITE CHIMIQUE					
Labour-Emiétage	0,80	1	0,80	1 600	1280
Apport de fumier-Epandage d'engrais- billonnage	0,81	1	0,81	1 600	1300
Semis	0,24	1	0,24	1 600	380
Sarclage/désherbage	1,00	2	2,00	1 600	3200
Arrosage	0,13	55	6,88	1 600	11000
Traitement phytosanitaire	0,14	4	0,58	1 600	920
Arrachage- Andainage-	2,31	1	2,31	1 600	3696
Battage	0,50	1	0,50	1 600	800
Total	5,93		14,11		22576
TEMOIN					
Labour-Emiétage	0,80	1	0,80	1 600	1280
Billonnage	0,44	0	0,00	1 600	0
Semis	0,24	1	0,24	1 600	380
Sarclage/désherbage	1,00	2	2,00	1 600	3200
Arrosage	0,13	55	6,88	1 600	11000
Traitement phytosanitaire	0,00	0	0,00	1 600	0
Arrachage- Andainage-	2,31	1	2,31	1 600	3696
Battage	0,50	1	0,50	1 600	800
Total	5,41		12,72		20356

Les conduites chimique et « Ady gasy » occupent à peu près les mêmes charges en main d'œuvre. Celle du témoin est moins élevée par rapport aux conduites «Ady gasy» et chimique.

Tableau 13 : Calcul des amortissements des matériels pour 1 are

AMORTISSEMENT DES MATERIELS	Unité	Nombre	Prix unitaire (Ar)	Montant (Ar)	Durée de vie (an)	Annuité aux amortissements (Ar/an)	Annuité par spéculation (Ar)
CONDUITE "ADY GASY"							
Angady	Unité	2	7 000	14000	5	2 800	466,67
Pulvérisateur	Unité	0	0	0	0	0	0,00
Arrosoir	Unité	2	8 000	16000	5	3 200	533,33
Total						6 000	1000,00
CONDUITE CHIMIQUE							
Angady	Unité	2	7 000	14000	5	2 800	466,67
Pulvérisateur	Unité	1	80 000	80000	5	16 000	2666,67
Arrosoir	Unité	2	8 000	16000	5	3 200	533,33
Total						22 000	3666,67
TEMOIN							
Angady	Unité	2	7 000	14000	5	2 800	466,67
Pulvérisateur	Unité	0	0	0	0	0	0,00
Arrosoir	Unité	2	8 000	16000	5	3 200	533,33
Total						6 000	1000,00

L'annuité aux amortissements intègre non seulement la culture de haricot, mais également d'autres cultures pratiquées pendant la même année. Justement, le CTHA met en place différents types de spéculations le long d'une année. Ces spéculations appartiennent en général aux 6 familles de plantes qui sont : les Solanacées, les Cucurbitacées, les Crucifères, les Légumineuses, les Fruits et les Plantes ornementales. Considérons que ces plantes sont traitées aux pesticides à des mêmes fréquences de traitement. Ainsi, l'annuité aux amortissements est divisée par 6, ce qui nous amène à déduire l'annuité aux amortissements des matériels utilisés en culture de haricot qui est une Légumineuse. En conduite « Ady gasy », nous avons supprimé le pulvérisateur car dans la pratique paysanne, il peut être substitué par des balaies.

2.4.2. Calcul des revenus engendrés par la culture de haricot sec

Tableau 14 : Calcul des revenus pour une surface de 1 are

CONDUITES DE CULTURE	« Ady gasy »	Chimique	Témoin
PRODUITS			
Production commerciale (kg/Are)	25,57	35,35	21,20
Prix de vente (Ar/kg)	1600	1600	1600
PRODUIT BRUT (Ariary)	40912	56560	33920
CONSOMMATION INTERMEDIAIRE CI			
Semence	2415	2415	2415
Fertilisants	10000	17150	0
Produits phytosanitaires	8026	1227	0
TOTAL CI	20441	20792	2415
VALEUR AJOUTEE BRUTE	20471	35768	31505
Amortissement	1000	3667	1000
VALEUR AJOUTEE NETTE	19471	32102	30505
Charge en main d'oeuvre	22516	22576	20356
REVENU / Are	-3045	9526	10149
(1) TOTAL CHARGE (en Ar)			
	43957	47034	23771
(2) RAPPORT VALEUR COUT (RVC)			
	0,93	1,20	1,43
(3) COUT DE REVIENT			
	1719,10	1330,54	1121,27
(4) RAPPORT VALEUR PEINE (RVP)			
	-216,45	675,09	797,88

- (1) Total charge = CI + Amortissement + Main-d'œuvre
 (2) Rapport Valeur Coût = Total produit brut / Total charge
 (3) Coût de revient = Total charge / produit brut
 (4) Rapport valeur Peine = Revenu / Total main d'œuvre

Le prix de vente de 1kg de haricot sec est basé sur le prix au niveau du marché d'Analakely (1600 Ar/kg). Les produits y sont triés et ont la même qualité que ceux issus de notre expérimentation.

Le produit brut le plus important est celui de la conduite chimique, puis la conduite «Ady gasy» et le plus faible est celui du témoin.

Le revenu par are est négatif pour la conduite «Ady gasy». Par contre ils sont positifs pour la conduite chimique et le témoin.

La conduite chimique nécessite plus de charge totale que la conduite «Ady gasy». Le témoin reste le moins dépensier.

Du point de vue Rapport valeur coût RVC, la conduite chimique et le témoin sont économiquement intéressants car leurs RVC sont supérieurs à 1.

Pour la conduite «Ady gasy», la valeur du coût de revient (coût de production de 1kg de haricot sec) est plus élevée que le prix de vente d'un Kilogramme de haricot sec (Tableau 14).

Les valeurs du Rapport Valeur Peine du témoin et de la conduite chimique sont positives tandis que celle de la conduite « Ady gasy » est négative.

CONCLUSION PARTIELLE

En se référant au cycle biologique général du haricot, le haricot sec de type lingot blanc, choisi comme matériel végétal dans cette expérimentation est plus précoce. Du point de vue maturité physiologique de la plante, le haricot issu de la conduite chimique est tardif comparé à ceux issus de la conduite « Ady gasy » et du témoin de référence. Quant à la production de biomasse, le premier est plus dense et plus haut que les deux derniers.

Ensuite, nous avons observé les principaux ennemis de la culture de haricot tels que *A. humeralis*, *A. fabae*, *P. cardui* et *U. appendiculatus*, et *I. griseola*. Les résultats sur l'évolution des insectes et des maladies sont généralement différents entre les parcelles traitées et les parcelles témoins non traitées. Les luttés chimiques et « Ady gasy » préconisées permettent de maîtriser l'attaque des insectes, mais nous n'arrivons pas à gérer l'attaque des maladies.

Concernant les rendements obtenus, ils sont supérieurs à la potentialité du lingot blanc (1,8 tonnes/ ha). Statistiquement parlant, la conduite chimique a fourni plus de haricot sec brut, significativement différent de ceux dont la conduite « Ady gasy » et le témoin ont donné. Toutefois, le triage des déchets amplifie la différence hautement significative entre les trois conduites de culture.

L'analyse de rentabilité économique montre que la culture de haricot sec n'est pas rentable pour la conduite « Ady gasy ». Par contre, la conduite chimique et le témoin non traité donnent des bénéfices.

Troisième Partie :
INTERPRÉTATIONS ET
DISCUSSIONS

3.1. Interprétations et discussions des résultats expérimentaux

3.1.1. Fertilisation pour un bon développement de la plante

La semence utilisée, qui est le lingot blanc, a un taux de germination acceptable grâce aux préparations du sol. Le labour bien effectué et l'arrosage convenable facilitent un meilleur contact entre le sol et les grains de haricot, ce qui fait que les graines disposent assez d'humidité pour leur germination.

Le prolongement de la maturité physiologique du haricot issu de la conduite chimique et de la conduite « Ady gasy » par rapport au témoin est probablement dû aux apports en éléments fertilisants, notamment l'azote. Toutefois, l'emploi de compost contribue à une bonne vigueur (nuance de la couleur verte sur les trois conduites) et à une bonne végétation du haricot (production élevée de biomasse) et les engrais chimiques la favorisent encore plus.

3.1.2. Efficacité des pesticides naturels et synthétiques

Premièrement, pour anéantir l'attaque des pucerons et des chenilles, il nous faut 4 traitements insecticides espacés de 9 jours, en utilisant l'EAP en conduite « Ady gasy » et le Basy ou le Dimex en conduite chimique.

A propos des attaques de pucerons, le témoin non traité est fortement infecté par rapport aux parcelles traitées. Il est probable que la diminution du niveau d'infestation de pucerons sur le témoin à J+57 est due à la réduction de la capacité d'accueil de la plante. De plus, cette dernière commence à devenir de plus en plus âgée, d'où le déplacement des pucerons à la recherche de nouvelles plantes hôtes.

Par contre, le traitement des parcelles sous conduite « Ady gasy », à l'Extrait Aqueux de Piment, produit un effet diminutif sur l'attaque des pucerons *A. fabae*. En effet, nous avons remarqué que, plus les colonies sont abondantes, plus elles sont difficiles à éradiquer complètement. Cela explique la diminution progressive des pucerons. Ces derniers ne disparaissent effectivement que deux jours après le quatrième traitement. D'après quelques expériences dans le Vakinankaratra, le traitement à l'EAP nécessite trois répétitions espacées de 8 jours [RAHERIMANDIMBY, 1998]. Cependant, dans cette expérimentation, il nous a fallu 4 répétitions. Ce décalage au niveau du nombre de traitements est vraisemblablement causé par

l'absence de traitement insecticide pendant la floraison. Par ailleurs, une diminution des attaques de pucerons se fait remarquer pendant les deux jours qui suivent les traitements. Passés ces deux jours, les taux des attaques remontent. Ce qui nous amène à dire que l'EAP reste actif pendant les deux jours qui suivent sa pulvérisation. Après ces deux jours, l'arrosage peut diluer le produit naturel, d'où affaiblissement de son efficacité.

Concernant l'évolution des attaques de chenilles de *P. cardui*, le témoin est le plus attaqué. Comme les traitements sont absents sur les parcelles témoins, le nombre de chenilles augmente progressivement jusqu'à 4 chenilles le jour du dernier comptage.

Sur les parcelles sous conduite « Ady gasy », la réduction à néant du nombre de chenille trois jours qui suit le premier traitement insecticide est probablement due au fait que les chenilles sont encore très jeunes et plus vulnérables au produit naturel insecticide à base de piment (EAP). La diminution de cette efficacité à 50%, 2 jours après le second traitement s'explique probablement par le phénomène d'accoutumance et/ou de résistance des chenilles vis-à-vis du produit. En plus, nous avons remarqué que les chenilles deviennent difficiles à éliminer lorsqu'elles sont plus âgées.

Quant aux insecticides chimiques : Basy et Dimex, une fois traités, les pucerons et les chenilles disparaissent. Ainsi, on voit nettement son efficacité vis-à-vis des ravageurs du haricot.

Deuxièmement, dans l'objectif de maîtriser la rouille, nous avons répété 4 fois les traitements fongicides durant l'essai. L'inexistence de différence significative entre les parcelles traitées et non traitées, du 34^{ème} au 56^{ème} jours après semis, signifie que les traitements au fongicide chimique et au produit naturel ne portent aucun effet sur le développement de la rouille sur les feuilles. L'explication pourrait être la suivante, du côté du fongicide naturel, l'allicine qui est un phytoncide (Substance constituant un moyen de défense passive d'une plante et existant normalement dans le végétal et dotée de pouvoir fongicides et/ou bactéricides), est présente dans l'ail en végétation. En conséquence, dans les gousses d'ail récoltées, l'allicine disparaît peu à peu donc l'ail n'a plus ses propriétés fongicides [MEURILLON, 1989]. Quant au fongicide chimique ou le Dithane, il est si fréquemment utilisé par les paysans que les champignons commencent à avoir un certain niveau de résistance. En plus, les paysans ne connaissent que ce produit pour lutter contre l'attaque des maladies.

Aussi, une semaine après le quatrième traitement aux fongicides chimique et naturel (J+70), la différence d'attaque de la rouille, entre les parcelles sous conduite chimique et les

deux autres parcelles (conduite «Ady gasy» et témoin) est probablement due aux conditions du milieu. En général, l'azote favorise les maladies réduisant la teneur de la plante en composés phénoliques toxiques pour les parasites et abaisse la production de phytoalexines : substance antibiotique apparaissant à la suite d'une confrontation avec un organisme parasite. Par contre, le fumier artificiel fabriqué avec des engrais verts et des déchets de culture, soit le compost, n'a pas ces inconvénients [MEURILLON, 1989]. Ceci est probablement l'explication de l'importance de la rouille sur les parcelles traitées avec le Dithane[®] M.45. Ces parcelles sont sujettes à des surplus d'apport azoté par rapport aux parcelles sous conduite « Ady gasy » qui n'a reçu que du compost et aux parcelles témoins sans fertilisants.

A propos de la maladie des taches anguleuses, l'inexistence de différence significative entre le nombre de gousses présentant ses symptômes signifie que les traitements fongicides n'ont également aucun effet sur cette maladie.

Il est préférable de ne traiter aucune maladie fongique, quand les attaques surviennent tardivement c'est-à-dire vers la fin des stades végétatifs. Ce qui confirme l'observation de Peter RECKHAUS en 1997, la lutte contre les champignons de haricot n'est nécessaire que lors d'attaques précoces des maladies.

Au sujet des produits naturels, bien que nous ayons un large choix d'insecticides (le tephrosia, l'aloès, le neem, le résidu du fameux « ranomena »...), seul l'Extrait Aqueux de Piment est utilisé. L'objectif étant de vérifier son niveau d'efficacité et la durée d'apparition du phénomène de résistance des insectes, en occurrence *A. fabae* et *P. cardui*. Pareil pour le fongicide naturel, il en existe une multitude de choix, à savoir la bouse de vache, le petit lait, le neem... Mais l'Extrait Aqueux d'Ail demeure le seul utilisé car nous voulons effectivement évaluer son efficacité contre la rouille du haricot *U. appendiculatus*.

Enfin, Le Dithane[®] M.45 est l'unique fongicide chimique utilisé dans cette expérimentation, car il est fréquemment utilisé par les paysans. Il existe d'autres produits comme le Thiovit jet, mais sa disponibilité est limitée. De plus, nous voulons reproduire autant que possible les pratiques paysannes.

3.1.3. Rendements variables suivant la conduite de culture adoptée

La conduite «Ady gasy» composée par une simple fumure organique et des traitements phytosanitaires, ainsi que le témoin de référence non traité, ont le même rendement brut du

point de vue statistique. Cependant, après triage des déchets, les résultats statistiques ont évoqué une petite ressemblance entre le témoin et la conduite «Ady gasy», puis entre la conduite chimique et la conduite «Ady gasy». Ces ressemblances entraînent un impact sur les quantités des rendements commerciaux qui diffèrent significativement entre les trois conduites. En effet, la conduite «Ady gasy» a fourni un rendement commercial de plus de 20%, soit 4 kg de plus, par rapport au témoin non traité ; et moins de 38%, soit 9 kg de moins que la conduite chimique. Bref, l'apport de compost associé aux traitements «Ady gasy» permet un peu plus de production de qualité et de quantité de grains de haricot sec, par rapport au témoin sans apport en fertilisant ni traité. Toutefois, la production de la conduite «Ady gasy» n'arrive pas à atteindre celle de la conduite chimique, il reste encore un écart de 9,78 kg pour une surface de 1 are.

Cela nous amène à confirmer partiellement la première hypothèse. Donc, la pulvérisation des produits naturels « Ady gasy » diminue la population des ravageurs du haricot, et améliore la qualité et la quantité produite.

Par rapport au rendement moyen national qui est de 1t/ha, le rendement commercial du témoin augmente de 100% soit 2,12 t/ha, celui de la conduite « Ady gasy » s'élève à 250% soit 2,557 t/ha et celui de la conduite chimique à 350% soit 3,535t/ha. Le témoin a donné le double de la production moyenne nationale de 1 tonne grâce à la fertilité naturelle du sol de la station du CTHA. De plus, il y a probablement des reliquats en éléments fertilisants de la culture précédente. Aussi, face au rendement international de 5t/ha [MAEP, 2006], le haricot sec issu de la conduite chimique lui est plus proche. Mais il reste encore du chemin à faire, soit de plus en plus d'intensification en termes d'apport en engrais minéraux synthétiques.

3.2. Interprétations économiques

3.2.1. Importance des paramètres intrants dans l'élaboration des rendements

Les charges en intrants pour la conduite «Ady gasy» et la conduite chimique sont à peu près similaires car les sommes des prix des produits sont proches. Pour la conduite chimique, le coût des fertilisants est plus important par rapport aux produits phytosanitaires. Pour la conduite «Ady gasy», le prix du savon artisanal utilisé en traitement phytosanitaire augmente considérablement le coût des produits naturels. Bref, la technique de lutte « Ady gasy » associée à la fertilisation organique et l'utilisation des produits chimiques de synthèse

ont, à quelques différences près, les mêmes coûts. Autrement dit, la deuxième hypothèse n'est pas vérifiée.

3.2.2. Rentabilité incertain de la conduite « Ady gasy »

Effectivement, l'Analyse économique montre que la conduite « Ady gasy » ne génère de bénéfice, tandis que la conduite chimique et le témoin non traité sont rentables. Cette perte au niveau de la conduite « Ady gasy » est due en grande partie à la faiblesse de sa production par rapport à celle de la conduite chimique, et au coût élevé des intrants utilisés par rapport au témoin de référence. Ainsi, le produit brut de la conduite « Ady gasy » n'arrive pas à couvrir les charges totales investies.

Contrairement à cela, les intrants investis dans la conduite chimique sont les plus élevés. Il en est de même pour le coût des matériels amortissables, voire les charges en main d'œuvre. Pourtant, la conduite chimique est bénéfique grâce à l'abondance de sa production.

Enfin, malgré la faiblesse de la production du témoin, c'est la conduite qui donne le bénéfice le plus élevé. Ce qui pourra d'ailleurs expliquer la logique paysanne.

Compte tenu des calculs des différents ratios, la conduite chimique et le témoin de référence sont particulièrement intéressants parce que leurs RVC sont supérieurs à 1 et que leurs coûts de revient sont inférieurs au prix de vente de 1kg de haricot sec. Toutefois, en analysant les Rapports Valeur Peine de la conduite chimique et du témoin, la culture de haricot sec n'est pas la spéculation la plus génératrice de revenu, car pour une journée de travail, un exploitant ne gagne même pas la moitié de la rémunération journalière d'un salarié ruraux (1600 Ar/j).

Néanmoins cette analyse est valable pour une exploitation capitaliste, dans laquelle les charges en main d'œuvre sont à considérer. Mais dans le cadre de la paysannerie malagasy, nous pensons que ces charges en main d'œuvre sont à exclure du calcul économique, car la plupart du temps les producteurs de haricot sec sont des petits exploitants, de ce fait, la main d'œuvre est entièrement familiale. Dans ce cas, les rapports valeurs peines augmentent jusqu'à 1383,87 Ar/j pour la conduite « Ady gasy » ; 2275,13 Ar/j pour la conduite chimique et 2398,19 Ar/j pour le témoin de référence. Donc au lieu d'obtenir un RVP négatif en conduite « Ady gasy », comme le montre le tableau 14, ce ratio devient positif. Malgré tout il demeure faible par rapport aux RVP de la conduite chimique et du témoin.

Par conséquent, la conduite « Ady gasy » n'est pas rentable par rapport à la conduite chimique que ce soit sur le plan économique ou sur le plan technique. Ce qui veut dire que la troisième hypothèse n'est pas vérifiée.

3.3. Limites de l'essai et perspectives

3.3.1. Limites de la méthodologie

Les produits naturels ont généralement un double effet, beaucoup ont des propriétés à la fois insecticides et fongicides, tel est le cas du neem, de l'aloès et notre produit à base d'ail n'exclut pas cette règle [DPV>Z, 2000 ; MAEP]. Par ailleurs, du fait de la présence de pétrole qui est d'ailleurs un insecticide, dans le mélange, comme nous l'avons déjà dit auparavant ; l'Extrait Aqueux d'Ail a une propriété insecticide [DUVAL, 1994 ; BUES *et al*, 2003]. Dans ce cas, l'Extrait Aqueux d'Ail a probablement amplifié l'effet de l'Extrait Aqueux de Piment.

Le résultat économique a révélé la cherté des produits naturels par rapport aux produits phytosanitaires de synthèse. Afin de rentabiliser au mieux la conduite «Ady gasy», laquelle est une des méthodes permettant de diminuer la pollution, il n'est peut-être pas sorcier d'augmenter la dose de la concentration de piment et de substituer le savon artisanal (beaucoup plus coûteux et faiblement disponible) ou de l'enlever carrément de la composition de l'Extrait aqueux.

A propos du dispositif expérimental, deux lignes de haricots sur une parcelle élémentaire sont insuffisantes. Nous pensons que ce dispositif ne reflète pas la réalité paysanne et il augmente probablement les effets bordures. Une augmentation de la surface d'une parcelle élémentaire suivant la largeur aurait dû être réalisée.

Les calculs des doses apportées en engrais chimiques et suggérées par le CTHA, sont basés sur les besoins du haricot en unités fertilisantes proposées par CHAUX & FOURY dans son livre paru en 1994. Et cette dose ne prend pas en compte la quantité en éléments minéraux restant dans le sol. De plus, une analyse de sol n'a pas pu être effectuée.

Seuls les pucerons *A. fabae*, les chenilles du papillon *P. cardui* et la rouille *U. appendiculatus* sont notés ou comptés, car ils ont été les plus remarquables au niveau de toutes les parcelles. Ensuite, afin de comparer les résultats au même jour de comptage, nous avons traité avec des insecticides chimiques les parcelles sous conduite chimique et qui ne présentent pas des signes de vie d'insectes ravageurs. Pourtant, nous verrons plus bas que la pratique de ce traitement chimique aveugle est néfaste à l'environnement et constitue à la fois des pertes d'argent. Donc, un à deux

traitements peuvent être suffisants le long du cycle de haricot, pour maîtriser les colonies de pucerons ainsi que les chenilles de *Pyrausta*. Ainsi, le coût des pesticides chimiques diminue, réduisant davantage la pollution aberrante à l'environnement.

3.3.2. Limites des pratiques paysannes

Les pratiques paysannes en terme de luttes chimiques ne sont pas de bonnes méthodes. En effet, les paysans ne prennent pas en compte les différents composants du vrai traitement chimique, à savoir : le moment opportun au déclenchement des traitements à partir des seuils de nuisibilité, des seuils de tolérance économique et de la rémanence des produits. Notamment, leurs moyens de luttes sont basés sur un calendrier de traitements, établie en estimant un risque récurrent, mais qui n'est pas spécifique à la parcelle de production [FSG, 2000]. C'est ce qu'on appelle lutte chimique aveugle. Par conséquent, nous devons pratiquer probablement à la place de la lutte chimique aveugle, la lutte intégrée en tenant compte de la rémanence du produit, du seuil de nuisibilité... Mais, comme nous voulons tester l'importance des pratiques paysannes en matière de traitement chimique, nous pouvons conclure que le comportement des paysans n'entraîne que des effets indésirables sur l'environnement.

Malgré l'efficacité des pratiques de luttes « *Ady gasy* », Madagascar ne dispose pas encore un service d'homologation à l'usage des produits naturels. En plus, nous ne connaissons pas encore les effets secondaires occasionnés suite à leur emploi.

En ce qui concerne les engrais chimiques, à savoir le NPK, le problème de coût élevé de cet intrant reste un sujet d'actualité. Quatre vingt dix pour cent des intrants utilisés par les agriculteurs sont importés. Et comme les grands pays producteurs ont recommencé à cultiver en masse pour augmenter de nouveau le stock de production et que les demandes après la crise des denrées agricoles s'accroissent, les engrais connaissent une hausse de prix de 160% cette année. Cependant, l'engrais constitue déjà une charge lourde pour les paysans [RAMIARINARIVO, 2008]. En plus, l'augmentation de la production dépend aussi de la bonne utilisation des intrants.

CONCLUSION PARTIELLE

Grâce aux itinéraires techniques adoptés suivant les conseils des techniciens du CTHA, le haricot a connu une bonne végétation et une bonne vigueur, pour assurer des bons rendements à l'issue de la maturation des graines. Toutefois, il faut un bon arrosage pour compléter les besoins hydriques de la plante en vue d'un meilleur rendement.

Sur le plan phytosanitaire, le haricot a besoin d'être traité surtout contre les ravageurs. Nous avons vu que les pratiques de lutte « Ady gasy » permettent une maîtrise de ces ravageurs, en particulier les pucerons vecteurs de maladies virales, après 4 traitements. Cependant, les luttés chimiques connaissent des résultats à l'immédiat, qui malgré tout ne sont pas l'objectif. Il faut considérer davantage les insectes auxiliaires.

Le puceron *A. fabae* a été le principal ravageur répertorié et étudié sur les parcelles, à cause de ses capacités à transmettre les maladies virales. Les autres ravageurs observés sur les parcelles sont en général peu importants du côté impact sur les rendements. Notamment, *P. cardui* et *A. humeralis* ne causent pas d'impact direct sur la production. Généralement, les dégâts engendrés sont superficiels et consistent en la diminution des surfaces foliaires. Pareil, pour les maladies fongiques ; les caractéristiques épiphytes des pustules de la rouille causent indirectement des dégâts. Ces pustules détruisent les feuilles du haricot diminuant ainsi l'assimilation chlorophyllienne.

Enfin, les rendements obtenus sont plutôt intéressants quand on apporte des engrais chimiques. Cependant, les coûts élevés de ces engrais, de l'amortissement du pulvérisateur et des charges en main d'oeuvre réduisent considérablement le revenu pour la conduite chimique. Comme le montre le résultat du témoin de référence, en culture de haricot sec, il vaut mieux ne rien apporter pour obtenir un maximum de revenu.



CONCLUSION GENERALE

L'importance de la culture de haricot réside dans différentes raisons. C'est la 5^{ème} culture la plus pratiquée par les Agriculteurs Malagasy. Du fait de sa durée de cycle assez courte, la culture de haricot est surtout réalisée en contre saison. Le haricot sec substitue la viande comme source de protéine et peut couvrir l'alimentation des Malagasy, en particulier les ruraux, pendant la période de soudure.

Les études bibliographiques montrent que dernièrement, la production nationale en haricot sec diminue progressivement depuis 2001. Les paysans utilisent des semences auto-produites et recyclées d'une année à l'autre. Ce type d'approvisionnement favorise pourtant la dégénérescence des semences. Les intrants agricoles sont faiblement employés ou utilisés à tort en culture de haricot sec. Les paysans manquent de professionnalisme et par manque de moyens financiers, techniques, et intellectuels, sont incapables de rénover les pratiques culturelles.

La partie expérimentale met en évidence d'une part, l'efficacité des méthodes de lutte qui valorisent les pratiques paysannes «Ady gasy». Nous avons conclu que la dose d'insecticide à base de piment est efficace contre une petite colonie de *A. fabae* et de jeunes larves de *P. cardui*. Une importante attaque de ces ravageurs ne peut être maîtrisée que dans la mesure où les traitements « Ady gasy » sont répétés trois à quatre fois. Par contre, un à deux traitements suffisent si on utilise des insecticides chimiques de synthèse. Concernant les fongicides utilisés, ils ne sont pas efficaces contre la rouille (*U. appendiculatus*), à cause des phénomènes de résistance et d'accoutumance de cette dernière.

D'autre part, l'essai montre qu'au niveau des rendements obtenus sur la culture de haricot sec, le résultat paraît évident. Ils augmentent suivant les doses d'apport en éléments fertilisants. Ainsi, la conduite chimique en fournit plus que la conduite «Ady gasy» et autant que le témoin.

L'étude de rentabilité économique dévoile que la fertilisation minérale en conduite chimique et les produits naturels utilisés en conduite «Ady gasy», sur la culture de haricot sec sont coûteux. D'autant plus, les besoins en main d'œuvre et l'amortissement des matériels augmentent considérablement les coûts de production. Ainsi, sur le plan économique, la culture de haricot sec n'est pas intéressante, car elle est faiblement génératrice de revenu.

En tout cas, la lutte « Ady gasy » mérite une étude d'efficacité et de rentabilité plus approfondie. Elle pourrait être adoptée dans la lutte intégrée qui reste le meilleur moyen et ne

mettra pas en danger l'environnement. Dans la théorie de la lutte intégrée, la lutte chimique est une solution de dernier recours. L'important, ce n'est pas de tuer les insectes ravageurs et d'éliminer les maladies, mais plutôt de gérer les risques encourus au niveau des parcelles, d'avoir la notion de seuil économique de dégâts et de prendre en considération la sélectivité des pesticides à l'égard des auxiliaires. Le problème est que les paysans malgaches, vu leur niveau de connaissance, ne peuvent pas encore maîtriser cette technique de lutte intégrée.

Il en est de même si on veut optimiser les rendements en culture, particulièrement le haricot sec, il faut avoir des connaissances sur les modes d'apport en fertilisants chimiques et organiques. Pour se faire, il est nécessaire d'effectuer des analyses de sol pour pouvoir donner à la plante la quantité équivalente à ses besoins en vue d'un rendement optimum. Cependant, les paysans malgaches ne peuvent pas encore accéder à ces informations étant donné que le coût d'intervention à ces analyses n'est pas à leur portée.

Pour essayer de répondre à la question de départ, du haricot sec de bonne qualité et de bonne quantité peut ou ne peut pas être obtenu avec un investissement à moindre coût. D'abord, pour un sol à fertilité naturelle élevée, le résultat économique du témoin confirme l'inutilité des engrais. Il en est de même pour l'intervention phytosanitaire. Elles sont nécessaires seulement dans les cas où les ravageurs et les maladies constituent une menace pour la production ; réclamant ainsi la notion de seuil économique d'intervention qui demeure difficile. Ainsi, le coût des investissements dépend entre autres de l'intégration ou non des luttes phytosanitaires. Ensuite, sur un sol pauvre, le haricot a besoin d'éléments fertilisants facilement disponibles pour une production en masse, d'où la nécessité d'apport d'engrais chimiques. Enfin, concernant la qualité des récoltes, elle dépend en premier lieu de la qualité de la semence qui doit être saine et s'il le faut résistante aux maladies. Une variété précoce peut donner un avantage à la culture vis-à-vis des attaques des maladies, lesquelles surviennent en général à des stades avancés de la plante [RECKHAUS, 1997].

Bref, les traitements phytosanitaires de haricot devraient être effectués de façon plus raisonnable suivant les seuils économiques de dégâts engendrés par les maladies et ravageurs. Et l'apport des engrais minéraux est important dans l'élaboration de rendement du haricot sec. Toutefois, il ne faut pas abuser de l'utilisation des engrais minéraux, car les rendements dépendent aussi de la productivité de la semence. Pour une production de haricot sec de qualité et de quantité, la combinaison de la conduite « *Ady gasy* » et de la conduite chimique est à entreprendre dans la mesure où les consommations intermédiaires sont réduites au minimum.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLEN D. J., AMPOFO J. K. O. & WORTMANN C.S., 1996. **Ravageurs, Maladies et Carences Nutritives du Haricot Commun en Afrique**, 132p.
- ALLEN D. J., 1987, **Principales maladies du haricot en Afrique**, Centro International de Agricultura Tropical (CIAT), 28p.
- ANDRIAMANANTSOA H. & RAJOELSON L., 2008, **Enquête sur la typologie des stratégies paysannes de gestion de semences et de production dans la Commune rurale d'Ilaka et de Mahazina Ambositra, C.T.H.A**, 16p.
- ANDRIAMISANDRATRA H. S., 2003, **La production et la commercialisation des semences et plants à Madagascar : cas du haricot sec, des orchidées et du fraisier**, Mémoire de fin d'études (MFE), ESSA-CTHA, 109p.
- BAILLY R., ROBBE P., FOUGEROUX A. & BEYT N., 1990, **Guide pratique de défense des cultures**, 4^{ème} édition, ACTA & Le Carrousel, France, p : 267- 271.
- BUES R., BOUDINHON L. & TOUBON J.F., **Toxicité des insecticides sur les différents stades de développement du psylle du poirier (*Cacopsylla piri*)**, vol.58, n°5, INRA, France, p. 283- 295.
- CATHERINE R., BERNARD JR. & CHARLES V., 2003, **Substances soufrées des Allium et des Crucifères et leurs potentialités phytosanitaires**, in : **Biopesticides d'origine végétale**, Edition TEC & DOC, Londres, Paris, New-York, p : 77- 95.
- CHAUX C. & FOURY C., 1994, **Productions légumières**, tome3, Technique et Documentation Lavoisier Paris, p : 75- 142.
- COOPAGRI, 1995, **Fiche technique Haricots**, BRETAGNE
- CTHA, 2006, **Fiche technique haricot sec**, 12p.
- COUTEUX A. & LEJEUNE V., 2004, **INDEX PHYTOSANITAIRE ACTA 2004**, 40ème édition, Association de Coordination Technique Agricole ou A.C.T.A., p.125-250.
- DAGNELIE P., 1981, **Principes d'expérimentation**, les presses agronomiques de Gembloux, 182p.
- DPV & GTZ, 1995, **Protection intégrée des cultures maraîchères à Madagascar**, 393p.

- DPV & GTZ, 2000, **L'utilisation des Produits naturels en protection des végétaux à Madagascar**, 597p.
- DUVAL J., 1994, **Les huiles insecticides-** Ecological Agriculture Projects, France, 9p.
- E.N.I.T.A.H, **Chaire de cultures Légumières et Grainières**, Cours de Production Légumière, ANGERS, France, 12p.
- FSG (Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux), 2000, **Fiche 1 Maladies et Ravageurs du Haricot- Protection des cultures**, extrait des Fiches : Maladies et Ravageurs, N° 7, édition Programme Initiative Pesticides PIP (EUROPE-A.CP.), p.1-52.
- FERNANDEZ F., GEPTS P. & MARCELIANO L. G., 1987. **Etapes du développement de la plante du haricot commun**. Centro International de Agricultura Tropical. CIAT, Colombia, 32p.
- FOFIFA : Centre National de la Recherche Appliquée au développement Rural / USAID United States Agency For International development, 1993, **Légumineuses à graines de Madagascar pour l'exportation**, Fiche technique (FOFIFA), 2p.
- FOFIFA, 2004, **Filière haricot ; Des semences de qualité pour l'exportation**, Revue de la recherche agricole à Madagascar. N° 21- mars, ed° KAROKA: Centre National de la Recherche Appliquée au développement Rural (FOFIFA), 20p.
- FRASLIN J. H., 2002, **Quel avenir pour les paysans de Madagascar ?**, 17p.
- JOLY P., 1993, **Etat actuel de la classification des champignons**, Biosystema n°10, Société Française de Systématique, France, p : 39-57.
- MAEP, **Des produits naturels pour lutter contre les maladies et ravageurs des cultures**, Service de la protection des végétaux et Programme Régional de Protection des Végétaux (PRPV), 6p.
- MAEP, 2006, **Système d'Information sur les Marchés Ruraux (SMIR)**, Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche, Bulletin n°8, 6p.
- Malagasie, 2008, **Le Système d'information économique sur les filières agricoles et agro-alimentaires à Madagascar**, Centre d'Information Technique et Economique (CITE), Madagascar, 10p.
- MAUREL, 2004, **Dossier technique haricot récolte**, Groupe associatif OCCITAN, Loudes, 9p.

- MESSIAEN C.M., BLANCARD D, ROUXEL F. & LAFON R., 1991, **Les maladies des plantes maraîchères**, 3^{ème} édition, INRA, Paris, p : 261- 286.
- MEURILLON, 1989, **Cours de phytopathologie Générale 3^{ème} année**, Ecole Supérieure des sciences Agronomiques, Antananarivo, p 91- 137.
- MOREAU F., 1948, **Les plantes alcaloïfères et les alcaloïdes**, 2^{ème} édition, Paris, 128p.
- PRIOL M., 2000, **Contribution à l'étude du potentiel du marché européen des légumes secs**, Projet d'Appui aux Exportations Agricoles (PAEA)- Madagascar, 18p.
- Projet de Structuration des Filières Horticoles (PSFH), 2003, **Comité de pilotage du PSFH**, 54p.
- QUIDET P. & MASMEJEAN T., 1962, **Organisation conduite interprétation des essais de fumure**, Services agronomiques de la société commerciale des potasses d'Alsace, p : 65.
- RABEZANDRINA R., 2007, **Manuel de Pédologie Appliquée : Tanety et cultures d'exportation**, ESSA, Département Agriculture, 96p.
- RAFALIMANANA H., 2003, Evaluation des effets d'insecticides sur deux types d'Hyménoptères auxiliaires des cultures, l'abeille domestique (*Apis mellifera* L.) et des parasitoïdes de pucerons : étude de terrain à Madagascar et de laboratoire en France, Thèse de doctorat, INAPG, 183p.
- RAHAJANIRINA A. R., 1998, **Identification des facteurs de blocage lors de la diffusion d'une nouvelle technique par le centre fafiala : production de haricot dans la région d'Antananarivo Atsimondrano**, MFE, ESSA, 44p.
- RAHARIJAONA .F M., 1996, **Contribution à l'amélioration des semences dans les productions agricoles de la zone périphérique de la réserve spéciale de Bezà-Mahafaly**, MFE, 119p.
- RAHARIJAONA. **Hypothèses sur les plantes légumineuses à usage alimentaire en Imerina avant le XV^e siècle**, Antananarivo, Musée d'art
- RAHERIMANDIMBY L., 1998, **Quelques expériences dans le Vakinankaratra**- extrait de « Utilisation des produits naturels en protection des végétaux ». DPV-GTZ. 579p.

- RAKOTOARIMANANA J., 1995, **Résultats d'enquêtes sur les cultures maraîchères**, extrait de Protection intégrée des cultures maraîchères à Madagascar, DPV- GTZ, p 359-363.
- RAKOTOARISOA M. D., 2006, **Tsaramaso informations**, Mensuel d'information du programme haricot sec à Madagascar, n°1, 5p & n°6, 9p.
- RAKOTOARISOA M. D., 2007, **Tsaramaso informations**, Mensuel d'information du programme haricot sec à Madagascar, n°6, 9p.
- RAKOTOARISOA M. D., 2008, **Rapport d'activité, promotion de la filière haricot sec**, CTHA, 12p
- RAKOTONDRAINIBE H.J.P., 1987, **Classification des résultats d'expérimentation avec quatre méthodes d'analyses multidimensionnelles en matière de *Phaseolus vulgaris***, Mémoire de fin d'études (MFE), ESSA, 115p.
- RALAIZANDRY J. F., 2004, **Contribution à l'amélioration de la culture du gingembre dans le but d'optimiser le rendement en rhizomes**, Mémoire de fin d'étude (MFE), ESSA, 87p.
- RALISON E. & GOOSSENS F., 2006, **Profil des marchés pour les évaluations d'urgence de la sécurité alimentaire**, Programme Alimentaire mondial (PAM), 42p.
- RAMANANDRAIBE J. P., 1998, **Etude de la filière haricot grain dans la région du moyen Onilahy en vue de la mise en place d'un service de courtage**, Mémoire de fin d'études (MFE), ESSA, 96p.
- RAMIARINARIVO M., 2008, **ENGRAIS 160% de hausse en un an**, L'Hebdo de Madagascar, n°0192 du 17 au 23 octobre 2008, p 11.
- RANDRIATSARAFARA H. R., 2000, **Agriculture biologique**, Les études documentaires du cite, Centre d'information Technique et Economique CITE, 69p.
- RASOAMANARIVO F., 1989, **Le haricot et ses systèmes de production dans le faritany d'Antananarivo**, MFE, ESSA, 118p.
- RATSIMBA L. A., 1995, **Evaluation technico-économique de la production de haricots (*Phaseolus vulgaris* L.) dans le sud ouest de Madagascar**, MFE, ESSA, 70p.
- RAZAFINDRAMANANA N., 2007, **Cours de plantes condimentaires 5^{ème} année**, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, ESSA.

- RAZANADRAKOTO N. Y., 2005, **Optimisation et diffusion de la culture de haricot suivant les techniques agro-écologiques dans la région de Mangoro : cas de Sabotsy Anjiro**, MFE, ESSA, 84p.
- RECKHAUS P., 1997. **Maladies et ravageurs de cultures maraîchères : à l'exemple de Madagascar**, Margraf Verlag, 402p.
- ROLLIN D. & RABARY B., 1991, **Enquête sur les systèmes de culture du haricot dans le Vakinankaratra**, FOFIFA, 30p.
- SCHULZ T., RAKOTOVELO N. & RANDRIANAIVO E. M., 1999, **Diagnostic rapide de la filière du haricot à Atsimondrano**, GRET- CITE, Antananarivo, 47p
- SCHULZ T., RANDRIAFARA W., RAHARISON L. & RANAIVOSOA P., 1999, **Aperçu de l'agriculture sur baiboho da la Région de Miandrivazo**, Projet d'appui aux exportations Agricoles de Madagascar PAEA, 44p.
- SEPCM (Société d'Engrais et des Produits chimiques de Madagascar), 2007, **Fiches techniques au service de l'agriculture et des industries**, p : 1- 12.
- SPECQ H., 1998, **La filière des légumineuses de baiboho entre Miandrivazo et Belo sur Tsiribihine**, PAEA, 47p
- TATA (Tanora Andrin'ny Tontolo Ambanivohitra), 2004, **Maraîchage biologique**, Almanach, 59p.
- UNILET, 1998, Union Nationale interprofessionnelle de Légumes Transformés, **Haricots pour la transformation**, 32p
- ZEHRER W., 2000, extrait de **L'utilisation des Produits naturels en protection des végétaux à Madagascar**, 597p.
- WIKIPEDIA, 2008, encyclopédie libre

ANNEXES

ANNEXE 1 : Classification et Systématique du haricot sec

Le haricot, une espèce de plantes annuelles, appartenant :

- A la reine Végétale
- Aux embranchements des Spermaphytes
- Aux sous-embranchements des Angiospermes
- A la classe des Dicotylédones
- à l'Ordre des Rosales
- à La Famille des Fabacées (Légumineuses)
- à La Sous famille des Papilionacées
- au Tribu des Phaséolées
- au Genre Phaseolus dont l'espèce est *Phaseolus vulgaris*

ANNEXE 2 : Etapes du cycle de développement du haricot d'après FERNANDO et al., 1987

Etape V0 : germination

Lorsqu'on sème, la graine est placée dans un milieu favorable pour commencer le processus de germination. Cette étape commence le jour où la graine dispose d'assez d'humidité pour sa germination. La graine absorbe d'abord, de l'eau et des phénomènes internes se produisent : divisions cellulaires et réactions biochimiques libérant les éléments nutritifs des cotylédons.

La radicule émerge plus tard. Elle devient ensuite la racine primaire lorsque les racines secondaires et tertiaires y prennent naissance. L'hypocotyle croît aussi et les cotylédons restent au niveau du sol. Là prend fin l'étape de germination.

Etape V1 : émergence

L'étape V1 commence lorsque les cotylédons de la plante apparaissent à la surface. Après l'émergence, l'hypocotyle se redresse et continue de pousser jusqu'à atteindre sa taille maximum. Lorsqu'il est complètement dressé, les cotylédons commencent à s'écarter et l'épicotyle à se développer. Ensuite les feuilles primaires commencent à se déployer ; les limbes commencent à s'écarter et à s'ouvrir jusqu'à leur complet déploiement.

Etape V2 : feuilles primaires

L'étape V2 commence lorsque les feuilles primaires des plantes sont déployées. La feuille est dépliée lorsque les limbes des folioles sont étendus sur un même plan horizontal. Les feuilles primaires du haricot sont unifoliées et opposées, insérées au deuxième nœud de la tige principale, et lorsque elles sont complètement déployées, elles prennent généralement une position horizontale, même avant d'avoir atteint leur taille maximum. A cette étape, le développement végétatif rapide commence, pendant lequel se formeront la tige, les rameaux et les feuilles trifoliolées. Les feuilles trifoliolées sont alternées. Au début de cette étape, on peut observer que la première feuille trifoliée commence sa croissance. Les cotylédons perdent alors leur forme, et se recroquevillent sur eux même. La croissance d'une feuille trifoliolée se fait en trois étapes : d'abord, les folioles, encore unies, augmentent de taille ; ensuite elles se séparent, et enfin elles se déploient et s'étendent sur un même plan.

Etape V3 : première feuille trifoliolée

L'étape V3 commence lorsque la première feuille trifoliolée s'est dépliée et défrépée complètement. On considère que la feuille est déployée lorsque les limbes des folioles sont étendus sur un même plan horizontal. La feuille n'a pas encore atteint sa taille maximum et les entrenœuds, feuilles primaires, premières feuilles trifoliolées ainsi que le pétiole de la feuille trifoliolée, sont encore courts ; c'est la raison pour laquelle la première feuille trifoliolée se trouve sous les feuilles primaires. L'entrenœud et le pétiole continuent leur croissance et la première feuille trifoliolée dépasse les feuilles primaires ; la deuxième feuille trifoliolée s'ouvre et la troisième feuille trifoliolée se déploie.

Etape V4 : troisième feuille trifoliolée

Lorsque la troisième feuille trifoliolée s'est dépliée, l'étape V4 commence. De même que pour la première, on considère la troisième feuille trifoliolée comme déployée, lorsque les limbes des folioles sont sur un même plan ; la feuille est encore sous la première feuille trifoliolée au début de cette étape. C'est à partir de cette étape que quelques structures végétatives telles que la tige, les rameaux et d'autres feuilles trifoliolées se développent à partir des triades des bourgeons aux aisselles des feuilles de la plante, sont clairement différenciées. Les bourgeons des nœuds inférieurs de la plante se développent généralement et produisent des rameaux. Le type de ramification ainsi que le nombre et la longueur des rameaux, dépendent entre autres facteurs, du génotype et des conditions de culture. Le premier rameau commence, en général, son développement, lorsque la plante entre dans l'étape V3 ou lorsque sa première feuille trifoliolée s'est déployée. Lorsque la tige principale aura une moyenne de trois ou quatre feuilles trifoliolées et dépliées, le premier rameau aura déjà formé le premier nœud qui produira une feuille trifoliolée. Le développement d'autres rameaux sur la tige continuera de la même manière. En général, cette étape, la plus longue de la phase végétative dure 15 jours suivant les habitudes de croissance, le climat, le sol et le génotype. Des expériences montrent qu'il est rare que le plant de haricot sec ait plus de cinq feuilles trifoliolées avant le commencement de l'étape R5.

Lorsque les bourgeons apicaux deviennent boutons floraux, et que dans les bourgeons axillaires des plantes (...), la phase végétative prend fin et la phase reproductive commence.

Cette phase comprend les étapes suivantes :

- la pré-floraison
- la floraison
- la formation des gousses
- le remplissage des gousses et la maturation.
- (...)

Etape R5 : pré-floraison

L'étape R5 commence lorsqu'apparaît le premier bouton ou la première grappe. Dans une variété déterminée, les boutons floraux se développent sur le dernier nœud de la tige ou du rameau. En revanche, dans les variétés d'habitus à croissance indéterminée, on peut voir les grappes sur les nœuds inférieurs, au début de cette étape. Dans les variétés à croissance déterminée, la tige et les rameaux arrêtent leur croissance et forment une inflorescence. L'apparition de l'inflorescence est précédée par le développement des bourgeons latéraux en boutons floraux. Dans les variétés d'habitus de croissance indéterminée, la tige et les rameaux

continuent de pousser car leur partie apicale porte un méristème végétatif au lieu d'une inflorescence. Les inflorescences des plantes d'habitus de croissance indéterminée qui proviennent du développement des bourgeons se trouvent aux aisselles des feuilles trifoliolées. Dans leurs premières étapes de développement, on peut confondre les inflorescences avec les rameaux. Les caractéristiques suivantes aident à différencier une grappe formée depuis peu, d'un rameau naissant. Dans une grappe, les organes les plus visibles sont les bractées triangulaires et les bractéoles ovales ou rondes. La forme de l'ensemble de l'inflorescence est cylindrique ou sphérique. Dans un rameau naissant, les organes les plus visibles sont les stipules plates ou triangulaires qui correspondent à la première feuille trifoliolée du rameau. Le complexe axillaire des variétés indéterminées peut avoir un développement floral et végétatif. Cette évolution commence à partir d'un nœud spécifique de la tige ou d'un rameau, dont la position est variable selon le génotype de la plante. Au cours du développement de ce complexe axillaire, le bourgeon central produit une grappe tandis qu'un des deux bourgeons latéraux forme généralement un rameau, alors que l'autre ne se développe pas. Le complexe axillaire du dernier nœud formé des variétés déterminées, donne un développement floral de ses bourgeons ; c'est à dire que les deux bourgeons latéraux deviennent des boutons floraux et que le bourgeon central reste à l'état latent. C'est à partir de ce nœud que les apex de la tige et des rameaux deviennent des grappes terminales. Les grappes se développent en produisant de boutons qui en poussant, acquièrent leur forme typique et leur pigmentation selon la variété, lorsqu'ils sont complètement développés. Un jour avant l'anthèse, le bouton montre des protubérances caractéristiques. Ce processus se termine par l'éclosion de la fleur.

Etape R6 : floraison

La plante entre dans l'étape R6 avec l'épanouissement de la première fleur. La première fleur épanouie correspond au premier bouton floral apparu. Dans les variétés d'habitus de croissance déterminée, la floraison commence au dernier nœud de la tige ou des rameaux et continue en remontant. La floraison sur les rameaux suit le même processus que pour la tige ; c'est à dire que elle est descendante dans l'habitus déterminé et ascendante dans les types indéterminés. Dans chaque grappe, la floraison commence à la première insertion florale et se poursuit en séquence logique. Une fois que la fleur a été fécondée et s'est épanouie, la corolle se flétrit et la gousse commence sa croissance, faisant tomber la corolle fanée.

Etape R7 : formation des gousses

L'étape R7 commence lorsque la première gousse est formée avec la corolle de la fleur pendant ou détachée. Pour les plantes d'habitus de croissance déterminée, les premières gousses sont sur la partie supérieure de la tige et des rameaux ; toutes les autres gousses apparaissent du haut vers le bas ; au contraire ; dans les plantes d'habitus de croissance indéterminée, les premières gousse se forment à la partie inférieurs et les autres apparaissent de façon ascendante. La formation des gousses comprend initialement le développement des valves. Pendant les ou jours qui suivent la floraison, la gousse croît surtout dans le sens longitudinal, avec peu de progrès des graines. Lorsque les valves atteignent leur taille finale et leur poids maximum, le remplissage des gousses commence.

Etape R8: remplissage des gousses

Dans une culture de haricot, on considère que le signal de début de l'étape R8 coïncide avec le moment où 50 % des plantes amorcent le remplissage de leur première gousse ; c'est à ce moment que commence la croissance active des graines. Vues au fil des sutures ou de côté, les gousses présentent des renflements qui correspondent aux gaines en croissance. La gousse s'allonge pendant 10 ou 20 jours qui suivent la floraison. Le poids des gousses augmente jusqu'au 15^{ème} ou 20^{ème} jour après la floraison. Le poids des graines n'augmente vraiment que lorsque les gousses ont atteint leur taille et leur poids maximum, 30 ou 35 jours après la floraison. A la fin de cette étape, les graines vertes commencent à acquérir les caractéristiques de la variété ; la pigmentation de la graine se produit d'abord autour du hile s'étend à toute les testes. Quand cette étape arrive à sa fin, la défoliation commence, tut d'abord par les feuilles inférieures qui deviennent chlorotiques et tombent ; le début de la défoliation dépend aussi du génotype.

Etape R9 : maturation

On considère l'étape R9 comme la dernière de l'échelle de développement, puisque les plantes y arrivent à maturité. Cette étape se caractérise par une décoloration et le dessèchement des gousses. Ces changements de la coloration des gousses indiquent le début de maturation de la plante ; toutes les feuilles jaunissent, se dessèchent et tombent ; les gousses perdent leur pigmentation en séchant. La teneur en eau des graines diminue jusqu'à 15%, et à partir de ce moment, les graines acquièrent leur coloration typique. Le cycle biologique prend fin ; la plante est prête pour la récolte.

ANNEXE 3 : Les autres ravageurs et maladies du haricot

Nom du ravageur	Dégâts et symptômes
Chenille (<i>Pyrameis cardui</i>)	C'est un ravageur commun des haricots qui existent dans toute l'île. La chenille vit à l'intérieur d'un nid qu'elle confectionne en approchant les bords d'une feuille ou les bords de différentes feuilles les uns aux autres avec des fils de soie. La vie larvaire dure 4 semaines et le stade nymphal 9 à 10 jours. Les dégâts provoqués sur le haricot par <i>P. cardui</i> sont en général peu importants
Ver gris (<i>Spodoptera littoralis</i>)	Les vers gris attaquent les plantules. A l'état larvaire, ils rongent et sectionnent la plante au niveau du collet. La partie souterraine est également endommagée et les larves creusent des galeries à l'intérieur des tiges pour se loger, entraînant la mort de la plante.
Mouche des semis (<i>Delia platura</i>)	L'adulte ronge les cotylédons et les larves détruisent le bourgeon terminal de la plantule qui se déforme et pourrit en terre.
Bruche (<i>Acanthoscelides obtectus</i>)	Cet insecte attaque surtout les denrées stockées. Des perforations circulaires sur les grains indiquent la présence des larves.
Acarien rouge (<i>Tetranychus sp.</i>)	Les acariens rouges vivent en grappes : ils construisent des voiles sur les pétioles des feuilles et forment des taches jaunes sur la face supérieure des feuilles. En cas d'attaque sévère les feuilles prennent une couleur argentée, puis rouge et tombent.

Les autres maladies du haricot

Nom de la maladie	Dégâts et symptômes
Fonte des semis (<i>Pythium sp.</i> , <i>Rhizoctonia sp.</i>)	Cette maladie cryptogamique est fréquemment rencontrée sur jeunes plantules. Elle se caractérise par une pourriture molle sur au niveau de leur collet.
Ascochytose (<i>Ascochyta phaseolorum</i>)	Cette maladie cryptogamique est fréquemment observée sur les feuilles, les gousses, les pétioles des feuilles, les nœuds des tiges. Des taches de couleur gris foncé au noir apparaissent sur les feuilles et fusionnent en cercles concentriques.

ANNEXE 4 : Extrait de l'arrêté complétant celui du 22/12/1939 relatif à la circulation, la mise en vente et l'exportation de certains produits naturels de Madagascar et Dépendances.

Le Gouverneur Général de Madagascar et Dépendances

Officier de la région d'Honneur.

Vu les décrets des 11/12/1895 et 30/07/1897

Vu le décret du 13/06/1929 relatif à la circulation, la mise en vente et l'exportation de certains produits naturels de Madagascar et Dépendances,

Vu l'arrêté du 22/12/1939 portant application du décret du 13/06/1929 relatif à la circulation, la mise en vente et l'exportation de certains produits naturels de Madagascar et Dépendances,

Le conseil d'administration entendu, arrête :

Article 1^{er} : Le tableau annexé à l'arrêté du 22/12/1939 est complété ainsi :

Tableau n°12

Haricots

Haricot lingots blancs « luxe » type n°1 LB1

Définition : haricots blancs entiers oblongs, d'une longueur égale ou supérieure à 14mm, secs, sains, non attaqués par les insectes, ni moisissés, contenant moins de 1 % de haricots tachetés, ridés, brisés ou avortés, moins de 10 %, d'une longueur inférieure à 14mm et exempt de matières étrangères.

Haricot lingots blancs type n°2 LB 2

Définition : haricots blancs, entiers oblongs, secs, sains, non attaqués par les insectes, ni moisissés, contenant au maximum 5% de haricots tachetés, ridés, brisés, ou avortés et contenant au maximum 1 % de matières étrangères.

Haricots lingots blancs type n°3 LB3

Définition : haricots blancs, entiers, oblongs, secs, sains, non attaqués par les insectes, ni moisissés, contenant au maximum 15% de haricots tachetés, ridés, brisés ou avortés contenant au maximum 1% de matières étrangères.

La vérification porte sur un sac :

Les haricots destinés à l'exportation doivent être ensachés dans des sacs neufs d'un poids facultatif, mais uniforme par lot portant la marque du type dans lequel ces haricots sont classés.

ANNEXE 5 : Présentation du site de mise en place de l'étude

La station agricole du CTHA se trouve à une altitude de 1260m environ, aux latitudes 18°53 Sud et longitude 47°33 Est.

Température et pluviométrie

La température moyenne journalière de ces six dernières années est résumée comme suit

MOIS	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Température° Max (°C)	26,45	26,47	24,87	25,87	23,75	21,28	20,90	21,87	23,48	26,32	26,68	26,87
Température Min (°C)	17,53	17,60	17,15	15,57	14,42	11,60	10,98	11,12	12,47	14,10	15,92	17,12
Température Moyenne	21,99	22,03	21,01	20,72	19,08	16,44	15,94	16,49	17,98	20,21	21,30	21,99
Pluviométrie (mm/mois)	325,17	224,95	165,50	55,13	31,58	4,83	8,40	6,57	30,72	34,92	131,27	246,45

Source : Service de la Météorologie Ampasampito, 2008

La zone d'étude est marquée par une pluviométrie moyenne de 1265.48 mm répartie dans l'année. Le maximal se situe entre le mois de novembre et mars avec 86.4 % de pluie annuelle. La précipitation est surtout en plein hiver avec seulement 6.5 % de la quantité annuelle entre le mois de mai et le mois de septembre.

Climat de type tropical d'altitude

Le climat de la région est de type tropical d'altitude.

L'analyse de la courbe Ombrothermique de GAUSSEN ci-après montre l'existence de deux saisons climatiques bien distinctes :

- Une saison pluvieuse et moyennement chaude, allant du mois de novembre au mois d'avril
- une saison sèche et relativement fraîche de mai à octobre

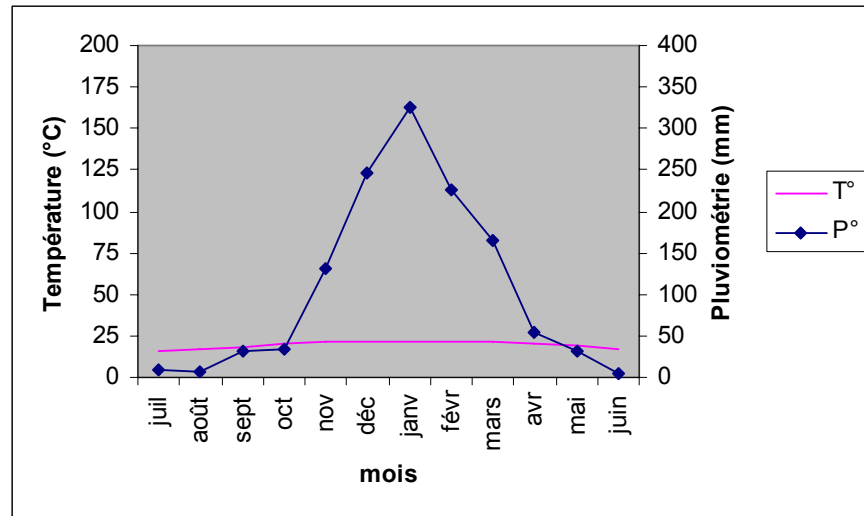
Durant la saison chaude et humide, la température moyenne annuelle varie entre 20 et 22°C, et la pluviométrie moyenne maximale peut atteindre jusqu'à 325mm au mois de janvier.

Le sol

Le sol des parcelles d'essai est de type ferralitique. Il présente une structure grumeleuse et une texture sablo-limoneuse. Le terrain a une faible pente d'environ 1%.

Le vent

A Antananarivo, le vent du Sud est le plus dominant et sa direction est généralement l'axe SE. Sa vitesse maximale enregistrée durant ces 30 dernières années est de 26.9 m/s (Service de la Météorologie Ampasampito).



Courbe Ombrothermique de GAUSSEN

Source : Service de la météorologie Ampasampito, 2008

