



DSPACE

<https://dspace.org/>

**Contribution à l'étude de la lutte biologique contre
l'acarien vert : *Mononychellus Tanajoa* (Bondar) du
manioc (*Manihot Esculenta Crantz*)**

**Ndikumana, Daniel; Sous la direction de M SC Pascal ndayiragije; M SC Firmin
Ntimpirangeza**

2008-07

UP, IPA

<https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/2314>

**UNIVERSITE DU BURUNDI
INSTITUT DE PEDAGOGIE APPLIQUEE (IPA)
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA LUTTE
BIOLOGIQUE CONTRE L'ACARIEN VERT
MONONYCHELLUS TANAJOA (BONDAR) DU
MANIOC (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*)**

**Memoire presente et Defendu
publiquement en vue de
l'obtention du grade
de licence en pedagogie appliquee,
agregee de l'enseignement secondaire
en sciences biologiques**

**Par
DANIEL NDIKUMANA**

**Sous la direction de
M SC PASCAL NDAYIRAGIJE
M SC FIRMIN NTIMPIRANGEZA**

Bujumbura, juillet, 2008

DEDICACE

A Dieu tout puissant

A nos chers parents qui ont contribue
pour notre education depuis le bas age

A nos chers freres et sœurs

A tous ceux qui nous sont chers

A tous nos amis

Je dedie ce memoire

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail il nous est d'un agréable devoir de remercier toutes les personnes qui ont contribué à son élaboration

Nos remerciements s'adressent d'abord à Monsieur Pascal NDAYIRAGIJE Directeur des productions et chef du programme défense des végétaux Promoteur et Directeur de ce mémoire pour nous avoir guidé dans nos premiers pas de recherche Ses conseils judicieux sa rigueur scientifique son sens de compréhension ses pertinentes remarques et recommandations nous ont été d'un concours inestimable

Nos sincères remerciements s'adressent également à l'endroit de Monsieur Firmin NTIMPIRANGEZA Chef de Département de Biologie et Professeur à l'Institut de Pédagogie Appliquée de l'université du BURUNDI pour avoir accepté volontairement de co-diriger ce travail malgré ses multiples occupations

À tous les professeurs de l'IPA (Département de Biologie et Chimie) et ceux de la Faculté des Sciences (Département de Biologie) pour la formation tant morale qu'intellectuelle qu'ils nous ont gratifiée

À tout le personnel du laboratoire d'analyse de l'ISABU pour son entière disponibilité qui de près ou de loin a contribué à la réalisation technique de ce travail nous disons merci

Nos remerciements sont également adressés au personnel de la Bibliothèque de l'ISABU et celui de la FAO pour avoir mis à notre disposition toute la documentation disponible nous disons merci

Nous serions ingrat si nous ne songions pas à remercier nos parents qui nous ont fait ce que nous sommes aujourd'hui

Nous reitèrerons notre entière et profonde reconnaissance aux familles NDIKUMASABO Etienne et MBONIMPA Freddy pour l'immense effort consenti au cours de la réalisation de ce travail Qu'ils trouvent ici le fruit de leurs efforts

Enfin à vous tous qui de près ou de loin par votre soutien moral ou matériel ont appuyé nos efforts nous disons merci

Resume du travail

Originaire d'Amerique tropicale le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) malgre son importance capitale dans l'alimentation humaine grace a ses capacites edapho climatiques et sa grande productivite a ete longtemps menacee par plusieurs ravageurs parmi lesquels nous pouvons citer l'acarieu vert (*Mononychellus tanajoa*) qui est responsable des chutes de rendement en tubercules frais allant de 30 a 80% selon la variete et la date de plantation

Dans son milieu d'origine d'Amerique tropicale l'acarieu vert est efficacement regule par les ennemis naturels parmi lesquels les acariens predateurs phytoseiides (*Typhlodromalus aripo*) sont les plus actifs

Ainsi l'objectif de notre travail est de

Evaluer l'impact des phytoseiides sur les populations de l'acarieu vert

Connaitre l'importance de phytoseiides (*Typhlodromalus aripo*) en tant qu'agents de lutte biologique contre le ravageur (Acarieu vert)

Une zone de prospection des phytoseiides et des acariens verts est « GIHANGA »

Nous avons pris un champ comportant 30 plants pris au hasard les feuilles et les apex ont ete collectes immediatement et examines a l'aide d'une loupe de serre tete ou loupe frontale

Les specimens qui ne peuvent pas etre evalues immediatement devraient etre places dans des tubes contenant l'alcool ethylique (ethanol) dilue a 70% et soumis a des analyses de laboratoire

L'ampleur des degats a ete notee selon l'echelle de cotation variant de 1 a 5

En analysant les resultats en effet nous remarquons que les populations d'acariens verts diminuent lorsque les populations de *Typhlodromalus aripo* augmentent et durant la saison pluvieuse (septembre –octobre) periode defavorable a la multiplication des acariens verts il y a diminution remarquable de la population d'acariens verts a cause des pluies intenses fortes et regulieres qui ont lessive les populations d'acariens verts Par contre durant la grande saison seche le nombre d'acariens verts remonte intensivement en nombre tres eleve au mois de juin et juillet periode favorable a la pullulation d'acariens phillophages

Les resultats obtenus nous ont permis de tirer les conclusions suivantes

La lutte biologique par l'introduction des phytoseiides (*Typhlodromalus aripo*) est une methode de lutte la mieux indiquee et la plus efficace dans le cadre de lutte biologique contre l'acarieu vert (*Mononychellus tanajoa*) car les phytoseiides (*Typhlodromalus aripo*) regulent efficacement les populations de l'acarieu vert de façon remarquable quand ils sont tres nombreux et ils sont specifiques a leurs proies (acariens verts)

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

C E E	Communaute Economique Europeenne
FAO	Food and Agriculture Organization
A C P	Afrique Caraibe Pacifique
I I T A	International Institute of Tropical Agriculture
ISABU	Institut des Sciences Agronomiques du Burundi
C	degres Celcius
M	metre
DGCI	Direction Generale de la Cooperation Internationale
ACCT	Agence de Cooperation Culturelle et Technique
Mm	millimetre
CIRAD	Centre International en Recherche Agronomique pour le Developpement
GRET	Groupe de Recherche et d Echanges Technologiques
RDC	Republique Democratique du Congo
P N U D	Programme des Nations unies pour le Developpement
G T Z	Office Allemand pour la cooperation technique
F I D A	Fonds International pour le Developpement Agricole
C G M	Cassava Green Mite (Acariose)
C M V	Cassava Mosaïque Viral
C T A	Centre Technique de Cooperation Agricole et rurale
A G C D	Administration Generale de la Cooperation du Developpement
I P A	Institut de Pedagogie Appliquee

LISTE DES FIGURES

Figure n° 1	Schema d un acarien vert	20
Figure n° 2	Cycle de developpement de <i>Mononychellus tanajoa</i>	21
Figure n° 3	Schema d un phytoseiide	30
Figure n° 4	Cycle biologique d un phytoseiide	31
Figure n° 5	Evolution des populations de l acarien vert et de leurs attaques	40
Figure n° 6	Evolution des populations de l acarien vert et des phytoseiides au niveau de l apex	43

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 1	Influence du photoperiodisme sur la croissance des tubercules et tiges (LOWE 1976)	7
Tableau n° 2	Les composes alimentaires du tubercule de manioc frais (1kg) en %	8
Tableau n° 3	Comparaison de la composition en certains elements biochimiques entre le manioc amer le manioc doux et les feuilles de manioc (MUCHNIK 1984)	9
Tableau n° 4	Comparaison de la composition en certains elements biochimiques entre la racine entiere l ecorce le cylindre centrale la tige et les feuilles de manioc (ONLINE 2007)	10

TABLE DES MATIERES

Dedicace	1
Remerciements	11
Resume du travail	111
Liste des sigles et abreviations	1V
Liste des figures	V
Liste des tableaux	V
Tables des matieres	vi
CHAPITRE I INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE II SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
II 1 Le manioc	4
II 1 1 Origine et distribution geographique du manioc	4
II 1 2 Description botanique	4
II 1 3 Ecologie du manioc	5
II 1 4 Composition du manioc	8
II 1 5 Importance du manioc au Burundi	11
II 1 6 Les ravageurs du manioc	14
II 2 L acarien vert du manioc	17
II 2 1 Origine et dispersion de l acarien vert	17
II 2 2 Systematique de l acarien vert	18
II 2 3 Bio ecologie de l acarien vert	18
II 2 4 Degats occasionnes par l acarien vert	22
II 2 5 Methodes de lutte contre l acarien vert (<i>Mononychellus tanajoa</i>)	23
II 2 5 1 Lutte chimique	23
II 2 5 2 Lutte culturale	24

II 2 5 3	Lutte biologique	25
II 2 5 4	Lutte integree	27
II 2 5 5	La resistance varietale	28
II 3	Les acariens phytoseides	28
II 3 1	Biologie des phytoseides	28
II 3 2	Ecologie des phytoseides	32
II 3 3	Importance des phytoseides comme ennemis naturels de l acarien vert du manioc	32
CHAPITRE III PARTIE EXPERIMENTALE		34
III 1	Description physique du site d experimentation	34
III 1 1	Introduction	34
III 1 2	Conditions ecologiques du site d experimentation cas de la Commune GIHANGA	34
III 2	Materiel et methodes	36
III 2 1	Champ d experimentation	36
III 2 1 2	Methodes d echantillonnage	37
III 3	Resultats et discussions	40
III 3 1	Evolution temporaire des populations de l acarien vert et des degats foliaires	40
III 3 2	Evolution temporaire des populations de l acarien vert et des phytoseides	43
CHAPITRE IV CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS		46

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	50
LES ANNEXES	58

CHAPITRE I INTRODUCTION GENERALE

Le manioc *Manihot esculenta* Crantz est originaire de l'Amerique centrale et du sud (GLASS 1988) Il fut amene en Afrique a la fin du 16^m siecle par les navigateurs portugais (JONES 1959) Il s'est rapidement repandu principalement en Afrique centrale et dans les pays riverains du golfe de Guinee et penetra plus a l'interieur par le bassin du fleuve Congo (RAEMAEEKERS 2001)

En Afrique sa culture n'aurait progresse que lentement et ne serait reellement developpee qu'a la fin du 19^{eme} siecle (SILVESTRE et al 1983)

En Afrique orientale la progression du manioc se situe plus tardivement a la fin du 17^m siecle via les iles de la Reunion de Madagascar et de Zanzibar Le manioc serait introduit au Burundi par l'Est et par l'Ouest grace aux mouvements des burundais venant de la RDC ex ZAIRE et de l'Afrique orientale (MUSUKU 1995)

En effet le manioc s'est vite adapte a l'ecosysteme africain et a ete adopte par les paysans en entrant tres tot dans leurs habitudes alimentaires Les feuilles et les tubercules sont consommes par l'homme et les animaux comme sources d'hydrates de carbone de vitamines et des proteines (HAHN 1978) Il est la troisieme grande culture vivriere tropicale a cause de sa rusticite apres le haricot et le maïs en Afrique tropicale (GLASS 1988) et s'est directement adapte aux systemes culturels traditionnels Au Burundi du point de vue du tonnage de la production vivriere le manioc occupe la 3^{me} place apres la banane et la patate douce (BARAMPAMA 1992 cite par NZABAMPEMA 2004 FAO 2004)

Aujourd'hui le manioc est cultive dans 39 pays d'Afrique qui forment une ceinture qui part du Senegal jusqu'au Mozambique

Au Burundi le manioc est cultive en milieu paysan presque a travers tout le pays Ainsi la multiplication de la culture du manioc se fait selon deux procedes a savoir

- Les semences cette methode est utilisee par les stations de recherche
- Les boutures la methode la plus frequemment utilisee par les agriculteurs et l'installation de la bouture se fait sur sol humide
Obliquement suivant l'angle inferieur ou egal a 45°

Verticalement (enfoncee au deux tiers en respectant la polarite haut/bas)

(Memento de l'Agronome 2002)

La façon la plus courante est une plantation en oblique avec 2 boutures jumelées. C'est sur buttes, sur billons ou à plat que se fait la plantation (BAERT 1991). La meilleure méthode de plantation se fait par buttes ou billons par rapport au sol.

Les dates de plantation peuvent être étalées sur toute l'année mais les plantations les plus importantes sont celles de septembre – octobre (début de la reprise des pluies) (SAKUBU 1990).

Le système de monoculture prédomine en général mais on trouve des associations culturales comme manioc banane, manioc – patate douce, manioc maïs, manioc haricot, etc. Toutefois, il est regrettable que ces associations culturales ne reposent sur aucune étude préalable, tout se fait au hasard (NDAYIRAGIJE 1992).

La récolte peut débuter à partir du neuvième ou douzième mois après les plantations pour la variété dite précoce, tant amère que douce, alors qu'il faut attendre au moins quinze à dix-huit mois pour les variétés dites tardives. C'est une plante qui est à la fois annuelle ou bisannuelle. Le seul entretien consiste en quelques sarclages au début de la végétation.

Le manioc est l'une des principales cultures vivrières du Burundi. C'est une plante tolérante à la sécheresse et qui assure une certaine production même sur des sols marginaux. Ainsi, les superficies emblavées sont passées de 58 000 ha à 84 000 ha entre 1993 et 2002 (NDAYIRAGIJE et al. 2006).

La production et l'extension des superficies de manioc sont cependant entravées par les maladies et ravageurs qui s'attaquent à la culture, notamment la mosaïque du manioc, la bactériose du manioc, la cochenille farineuse du manioc et les problèmes de ravageurs parmi lesquels nous avons la mouche blanche (*Bemisia tabaci*) et l'acararien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) qui sont les deux ravageurs les plus importants de cette culture observés au Burundi. Parmi ces deux ravageurs, seul l'acararien vert du manioc fait objet de notre étude expérimentale dans le domaine des méthodes de lutte et retient de ce fait notre attention.

L'acararien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) originaire des Neotropiques fut introduit en Afrique en 1971 (NYIIRA 1972, LYON 1973, NYIIRA 1974, LYON 1974, NYIIRA 1982). Il est l'agent de l'acariose ou il cause l'acariose.

La mosaïque du manioc peut être éradiquée par l'utilisation du matériel de plantation sain et l'usage d'une variété résistante. La cochenille farineuse du

manioc est efficacement regulee par son ennemi naturel « *Epidinocarsis lopezi* » quant a l'acariose le probleme est en train d'etre resolu progressivement avec un grand succes. Quoiqu'il en soit la lutte biologique ait deja lancee et connait un succes relatif un travail complementaire doit etre fait pour juguler completement le ravageur du manioc (*Mononychellus tanajoa*)

Notre sujet a ainsi ete choisi pour etudier l'evolution de ce ravageur afin de pouvoir proposer une strategie de lutte plus efficace contre cet acarien vert qui cause l'acariose. C'est dans ce cadre que se situe notre etude qui se fixe comme objectifs de

Evaluer l'impact des Phytoseiides sur les populations de l'acarien vert (*Mononychellus tanajoa*)

Expliquer comment les acariens verts se multiplient et se repandent dans les champs de manioc

Identifier et determiner le role des ennemis naturels (Phytoseiides) des ravageurs du manioc

Identifier les ravageurs du manioc leur symptomatologie et une methode de lutte efficace

Evaluer l'ampleur de l'acariose selon les saisons (saison seche et pluvieuse)

Cette etude se divise en 2 parties

Dans la partie theorique nous allons voir l'etude botanique biologique et ecologique du manioc et de ses principaux ravageurs et de leurs ennemis naturels et dans la partie experimentale nous allons voir la methodologie suivie dans la conduite experimentale l'analyse des resultats obtenus la conclusion generale et les recommandations

CHAPITRE II SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

II 1 LE MANIOC

II 1 1 Origine et distribution géographique du manioc

Le manioc est originaire de l'Amérique du sud et du Mexique (VANDENPUT 1981) plus précisément au Nord de l'Amérique du Sud (RAEMAËKERS et al 2001)

Différents auteurs s'accordent plus ou moins pour dire que le manioc connu aujourd'hui dans le monde vient d'Amérique dans la zone comprise entre le Mexique et le Brésil (BARAMPAMA 1992)

D'après le Mémento de l'Agronome (2002) le genre *Manihot* originaire d'Amérique du sud comprend plusieurs espèces parmi lesquelles on peut citer notamment *Manihot glaziovii* (Ceara) plante à caoutchouc et surtout *Manihot esculenta* Crantz plante vivrière importante en zone tropicale humide par sa productivité et par sa résistance à la sécheresse. Son aire de culture s'étend même à la zone tropicale sèche étant donné sa grande rusticité. Sa plasticité étend ses possibilités de culture à des régions relativement sèches.

Le Centre d'origine du manioc se situe dans le Nord-est du Brésil tandis que les sites d'Amérique centrale et du Brésil ne sont que des Centres secondaires de diversification (BARAMPAMA 1992)

Sa diffusion à partir du continent américain s'est faite en Afrique dès le XVI^m siècle par les navigateurs portugais. Il s'est rapidement répandu principalement dans l'Ouest et le Centre africain (VANDENPUT 1981) puis elle a gagné l'Asie et enfin l'Australie à la fin du XIX^{ème} siècle. L'Afrique peut être considérée comme un Centre secondaire de diversification (Mémento de l'Agronome 2002)

II 1 2 Description botanique

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) plante vasculaire fait partie du règne végétal de l'Embranchement des Phanérogames Angiospermes de la classe des Dicotylédones de l'ordre des Euphorbiales et de la famille des Euphorbiacées.

Le manioc appartient au genre *Manihot* et à l'espèce *esculenta* (Mémento de l'Agronome 1991)

Le manioc plante pérenne est un arbrisseau de 4 à 5 m de hauteur à tige ramifiant par trichotomie et les ports peuvent être en boules rampants, étalés dressés, érigés ou cylindriques (Mémento de l'Agronome 1991)

C est une espece pouvant etre recoltee entre 8 24 mois apres la plantation

Les feuilles sont grandes et palmees avec 5 a 7 lobes supportes par un long et mince petiole (SINDIWENUMWE 1996) Certaines varietes de manioc fleurissent par contre d autres ne fleurissent pas (SILVESTRE et ARRAUDEAU 1983)

La propagation de cette culture est realisee par voie vegetative au moyen des boutures et produit en moyenne cinq a dix racines tubereuses (THEBERGE 1985) Une bouture peut donner trois tiges Le nombre de tiges formees dependant a la fois du nombre de nœuds portes par la bouture plantees horizontalement donnent plus de tiges par rapport a d autres dispositions (SILVESTRE et al 1983 cites par NDAYIRAGIJE 1992)

Selon le meme auteur les racines du manioc sont de deux sortes Il y en a qui rayonnent a partir du pied de la plante juste au dessous du sol et qui petit a petit se transforment en tubercules des le troisieme et le quatrieme mois D autres issues de la tige principale ou des tubercules constitues s enfoncent verticalement dans le sol jusqu a une profondeur de 50 a 100 cm pour y puiser les elements nutritifs dont la plante a besoin principalement l eau et les sels mineraux

Le nombre de tubercules et leurs dimensions dependent des varietes et des conditions ecologiques Leur taille varie entre 30 et 120cm leur diametre entre 4 et 15cm et leur poids entre 1 et 8kg ou meme davantage (BARAMPAMA 1992)

Au point de vue de la classification botanique plusieurs centaines des varietes de manioc se differentient les unes des autres par leurs caracteristiques morphologiques telles que la couleur et/ ou la forme des tiges des petioles des feuilles et des tubercules Mais tres souvent les differences sont si peu significatives qu il est tres difficile de rattacher un plan a une variete plutot qu a une autre sur la base des seuls criteres botaniques

C est pourquoi souvent on s en tient aux deux grandes categories que sont le manioc amer et le manioc doux dont les appellations scientifiques varient d auteur a un autre (BARAMPAMA 1992)

II 1 3 Ecologie du manioc

Le manioc considere comme une plante rustique presente de grandes facultes d adaptation a des situations ecologiques variees et souvent defavorables pour d autres cultures (SILVESTRE et al 1983)

Cependant sa culture est limitee a une altitude inferieure a 2000m et s etend entre 30 latitude Nord et Sud (BAERT 1991) Les temperatures les plus favorables a la croissance du manioc se situent entre 23 et 25°C A des

températures inférieures à 10 °C la croissance est arrêtée et elle est ralentie à 40 °C (SILVESTRE et al 1983)

Le manioc plante héliophile est considéré d'une façon générale comme une plante tolérante à la sécheresse et est donc souvent cultivée dans des régions à faible pluviométrie. Une pluviométrie moyenne comprise entre 1000 et 2000 mm est généralement satisfaisante (SILVESTRE et al 1983)

Toutefois il est possible de développer des cultures de manioc sous des climats arides aux précipitations réduites pouvant atteindre 500mm réparties sur 4 mois. Le manioc supporte des types de sols extrêmement variés alluvionnaires récents ferrallitiques ou tourbeux sablo argileux profonds meubles et bien drainés (BARAMPAMA 1992). Il supporte mal les sols hydromorphes. Il ne supporte pas également le gel et les sols asphyxiants.

Les pH acides jusqu'à pH = 4 ou neutres à légèrement alcalins jusqu'à pH = 7,5 sont bien tolérés. L'optimum paraît se situer à pH = 5,5 (SILVESTRE et al 1983)

En général le manioc s'accommode à des types de sol très variés. Les meilleurs résultats proviennent des sols meubles légers et sablonneux dont la texture et la structure permettent une bonne circulation de l'air et de l'eau. Ce sont surtout des sols profonds à bonne réserve en eau de texture sablo limoneuse ou argilo – sablonneuse à structure stable et qui n'entravent pas le développement des tubercules.

Les sols très riches sont favorables au développement des tiges et des feuilles au détriment de celui des racines. Ils sont donc à déconseiller. Quant aux sols pauvres le manioc y donne des rendements beaucoup plus intéressants que ceux d'autres cultures dans les conditions similaires (BARAMPAMA 1992)

GRACE (1978) affirme que c'est dans les basses terres tropicales au-dessous de 1150m d'altitude et avec des températures de 25 à 27 °C que l'on peut s'attendre aux productions les plus élevées.

Le manioc est une plante héliophile il est considéré comme une plante de jours courts. En général les expériences de LOWE (1976) montrent que la croissance des tubercules est favorisée par des jours courts. En jours longs le développement aérien est favorisé au détriment du développement racinaire.

Le tableau 1 présente l'influence du photopériodisme sur la croissance des tubercules et tiges.

Tableau 1 Influence du photoperiodisme sur la croissance des tubercules et tiges

PHOTOPERIODE (heure)	POIDS DES TUBERCULES (g)	POIDS DES TIGES (g)
8	75	18
14	30	47
20	35	41

Source LOWE (1976)

En effet une photoperiode de huit heures provoque une initiation plus precoce des tubercules (SILVESTRE et ARRAUDEAU 1983)

D apres ces auteurs de longues durees de jours accroissent le nombre de tubercules mais sont defavorables a leur developpement

Les jours longs contribuent a stimuler le developpement vegetatif du manioc et retardent l initiation de la tuberisation

Cependant la lumiere est indispensable pour la formation de l amidon Le manioc est l une des principales cultures vivrieres du Burundi C est une plante tolerante a la secheresse et qui assure une certaine production meme sur les sols marginaux Le manioc est une plante typiquement tropicale (NDAYIRAGIJE et al 2006)

Dans les regions ou les precipitations sont abondantes on obtient de meilleurs resultats Mais le manioc peut donner des rendements escomptes ou satisfaisants la ou beaucoup d autres plantes sont defavorisees par le manque de pluies (BARAMPAMA 1992)

II 1 4 La composition du manioc

II 1 4 1 La composition alimentaire du manioc

Dans le manioc comme tout autre aliment les composés ne sont pas représentés au même degré

Le tableau 2 présente les composés alimentaires du tubercule du manioc frais (1kg) et des feuilles du manioc en %. Si la racine de manioc est pauvre sur le plan nutritionnel il n'est pas de même pour ses feuilles comme le montre le tableau 2

Tableau 2 Les composés alimentaires du tubercule de manioc frais (1kg) en %

Composés Produits	Eau	Matière sèche	Acide cyanhydrique (HCN)	Vitamines	Protéines
Tubercules de manioc frais (1kg)	65 70	31 9	0 0002 0 003	0 02	1

Source MUCHNIK et al 1984

Cette teneur élevée en eau constitue non seulement un obstacle majeur pour une conservation de longue durée dans la région à température et humidité élevées mais aussi elle ne permet pas une forte teneur de matière sèche qui pourtant constitue l'élément alimentaire le plus important de cette denrée

En effet la matière sèche ne représente que 31 9% du poids du tubercule frais alors qu'elle est à 90% constituée des hydrates de carbone qui font du manioc un aliment hautement énergétique. La teneur en vitamine dans le tubercule du manioc est presque insignifiante sauf pour la vitamine C (Acide ascorbique) qui est représentée à hauteur de 20 mg pour 100 g de racine pelée

En effet les protéines y sont représentées dans des proportions considérables. Elles constituent en définitive un complément nutritionnel intéressant pour le consommateur de la racine et de ses sous-produits

Des études déjà faites sur ce tubercule montrent qu'il contient un acide toxique appelé acide cyanhydrique (HCN) dont la teneur varie avec la variété les conditions culturales (OSUNTOKUN 1972 ERMANS et al 1980 DELANGE et al 1982 cités par MUCHNIK 1984)

La teneur élevée de cet acide dans les variétés « amères » du manioc a fait que sa consommation en frais soit mortellement dangereuse. Ce type de consommation exige donc une détoxification préalable. Plusieurs procédés indigènes existent à cet effet c'est notamment la fermentation le trempage le rapage

Malgré que le manioc soit une denrée très anciennement consommée et dont on estime que la technologie alimentaire est améliorée en particulier par les populations rurales les accidents résultant de la mauvaise détoxification ne sont pas très rares de nos jours (MUCHNIK 1984)

Sur le plan nutritif on peut confirmer que la racine de manioc est un aliment assez pauvre. Elle renferme 61% d'eau surtout des matières amylacées (33,6%) de la cellulose (2,6%) des protéines (1,2%) de matières grasses (0,4%) et 1,2% de matières minérales. D'un kg de racines fraîches de manioc on peut extraire 29 à 33% de farine ou 20 à 25% de fécule (RAEMAËKERS et al 2001)

Par contre les feuilles du manioc plus riches en protéines et en vitamines constituent un excellent complément des racines d'où elles sont très consommées dans les pays où les tubercules constituent un aliment de base

Le tableau 3 présente les composants en pourcentage en certains éléments biochimiques entre le manioc amer le manioc doux et les feuilles de manioc

Tableau 3 Comparaison de la composition en certains éléments biochimiques entre le manioc amer le manioc doux et les feuilles de manioc (MUCHNIK 1984)

Composants en pourcentage	Manioc amer		Manioc doux		feuilles de manioc
	Non peau	Peau	Non peau	peau	
Matière sèche	32,9	28,5	31,9	29,5	15
Protéines brutes	2,27	2,58	2,38	1,66	25
Lipides	0,53	0,46	0,65	0,65	6
Fibres brutes	3,09	0,43	1,95	1,60	20
Glucides	91,0	94,1	92,1	90,8	41
Cendres	2,66	2,41	2,89	5,23	8

Source MUCHNIK 1984

La composition nutritionnelle des feuilles de manioc serait la suivante
 Eau 80% Glucides 7% Lipides 1% Protéines 6% Vitamine C 200 mg/100g
 Vitamine B1 0.2 mg/100g Vitamine B2 0.3 mg/100g

Les feuilles renferment des vitamines A et du fer. Les tubercules par contre contiennent à peine 1% de protéines et beaucoup d'amidon. On y trouve de HCN plus dans les tubercules que dans les feuilles. Cet acide peut provoquer le goitre lié à la carence en Iode.

Afin de l'éliminer, les tubercules doivent être bien rous ou macérés et les feuilles plongées dans l'eau chaude avant de les piler (ONLINE 2007).

Le tableau 4 présente les constituants chimiques en pourcentage en certains éléments biochimiques des parties de la plante (le manioc).

Tableau 4 Comparaison de la composition en certains éléments biochimiques entre la racine entière, écorce, cylindre central, tige et les feuilles de manioc (ONLINE 2007)

Constituants chimiques en pourcentage	Parties de la plante				
	Racine entière	Ecorce	Cylindre centrale	Tige	Feuilles
Matière sèche	35	30	40	30	15
Glucides	89	75	91	48	41
Lipides	1	2	0.5	9	6
Protéides	2.5	4	2	10	25
Fibres	4.5	12	4	23	20
Cendres	3	5	2.5	10	8
Calcium	0.1	0.2	0.1	0.3	1.4
Phosphore	0.001	0.1	0.1	0.3	0.5
Fer	0.003	0.2	0.001		0.03
Sodium	0.006				0.02
Potassium	1				2
A carotène (mg)					30
Thiamine	0.1				1
Riboflavine	0.1				2
Niacine	1.5				8
Acide ascorbique	80				500

Source ONLINE 2007

II 1 4 2 Toxicite

Le tubercule frais contient de l'acide cyanhydrique (surtout dans la variété amère) qui est une substance toxique c'est un poison de l'hémoglobine des globules rouges. De plus, il provoque des troubles de la thyroïde en empêchant l'iode de s'y fixer (goitre), ralentissement de la croissance chez l'enfant.)

Ce poison est facilement éliminé par séchage au soleil, fermentation et il est partiellement éliminé par cuisson. Il est en quantité plus importante dans l'écorce que l'on élimine lors de la préparation. Par conséquent, lorsque le manioc est bien préparé, il ne renferme plus de trace d'acide cyanhydrique.

Cependant, il n'est pas rare d'observer des problèmes de toxicité chronique (mauvais stockage des tubercules, mauvaise préparation) (BICHON 1981).

II 1 4 3 Composition du tubercule de manioc frais

Il a une forte teneur en calories : 125 à 140 Kcal pour 100g de manioc frais et pelé.

Eau (H₂O) 60 à 70%

Glucides 32 à 35% (Amidon surtout)

Protides 1,5%

Cellulose 3 à 4%

Lipides 0,2 à 0,5%

Le tubercule est surtout constitué des glucides, c'est donc un aliment énergétique. Il apporte beaucoup de calories. Il produit à l'hectare une plus grande quantité de calories que le riz et le sorgho, mais il est plus déséquilibré. Il est très pauvre en lipides (graisses) et en protéines. De plus, ses protéines sont dites de mauvaise qualité car ils ne contiennent que très peu de méthionine, acide aminé indispensable. Le tubercule est d'autre part pauvre en substances minérales (calcium, fer, phosphore) et en vitamines (il y en a encore moins dans les produits préparés à partir du tubercule). Il doit donc être associé à des aliments riches en protéines et en lipides pour constituer une ration alimentaire équilibrée (BICHON 1981).

II 1 5 Importance du manioc au Burundi

Depuis son extension au Burundi, le manioc est devenu l'une des cultures les plus importantes du paysage agricole de ce pays, malgré les faiblesses évidentes que constituent sa toxicité et sa pauvreté en certains éléments nutritifs.

L'état actuel des connaissances et l'évolution des techniques de conditionnement permettent de croire que l'on pourra dans l'avenir maîtriser davantage ces aspects négatifs et mieux utiliser la plante

Celle-ci pourra alors contribuer davantage à nourrir les hommes tout en stimulant le développement économique et social à ceux qui vont participer à sa production, sa transformation et sa commercialisation. Le manioc est une culture aux potentialités mal connues.

En effet, ses potentialités se situent non seulement dans l'alimentation des hommes et du bétail mais aussi dans l'activité artisanale et industrielle qui peut se développer autour de sa transformation. L'importance de cette culture dans les régions tropicales peut s'expliquer par sa grande adaptabilité écologique et par ses qualités dont les principales sont les suivantes :

- Le manioc se propage aisément par bouturage des tiges et peut être facilement planté et récolté

- Il est très productif

- Il peut être cultivé dans les sols considérés comme trop pauvres pour d'autres cultures

- Il joue d'une certaine manière un rôle d'aliment de réserve dans la mesure où on peut étaler sa récolte tout au long de l'année

- Il possède des coûts de production peu élevés

- Le manioc est une plante répulsive pour certains animaux et insectes compte tenu de la présence dans ses organes de quantités relativement importantes de HCN (Acide cyanhydrique ou cyanure d'hydrogène)

- Le manioc est un aliment de base pour certaines populations tropicales. Ses racines sont très riches en hydrates de carbone et ses feuilles constituent des sources de protéines

- Le manioc constitue une source énergétique dans l'alimentation des animaux

- Le manioc est une matière première très importante pour les industries non alimentaires grâce à ses excellentes propriétés adhésives (MANIRAKIZA 2003)

À titre d'exemple, le manioc est utilisé pour la production de plusieurs produits industriels. En effet, de l'amidon extrait du manioc, il est possible de fabriquer toute une variété de produits dérivés dont le champ d'application est étendu et l'utilisation de ces dérivés s'étend sur presque toutes les industries.

On peut citer entre autres les produits à base d'amidon à la basse teneur en amylose et la haute teneur en amylopectine. De l'amidon lui confèrent une viscosité qui lui donne d'excellentes propriétés adhésives et lui permettent d'être utilisé dans les industries du papier et du textile. Cet amidon intervient aussi dans la production de dextrans qui servent à la fabrication des colles. De plus, à partir des hydrates de carbone contenus dans les tubercules, on peut produire de l'alcool de manioc.

Exemple l alcool ethylique (EthanoL) (MANIRAKIZA 2003)
Formule chimique $\text{CH}_3 \text{CH}_2 \text{OH}$

Le manioc presente un interet non negligeable pour l industrie textile du Burundi dans la mesure ou des grandes quantites d amidon sont utilises pour le Complexe Textile de Bujumbura (COTEBU) qui malheureusement est tombe en faillite il y a deux ans

La Brasserie du Burundi (BRARUDI) aurait au moins a une certaine epoque utilise parmi ses ingredients du manioc dans la production de la biere Primus (MUSUKU 1995)

Sur le plan economique le manioc est generalement commercialise au Burundi Il sert principalement dans l autoconsommation dans les regions productrices En effet il sert generalement d aliment de base dans les regions productrices N empeche toutefois que dans certaines regions a forte production cette denree alimentaire qu est le manioc constitue une importante source de revenu monetaire

En effet BOCCAS (1987) montre que dans la region de KIRIMIRO le manioc figure parmi les cultures qui procurent un revenu monetaire eleve aux exploitants agricoles Quoiqu'il soit commercialise certains indices montrent que le manioc risque d etre l une de denrees les plus demandees sur le marche interieur dans l avenir

Manihot esculenta (synonyme *Manihot utilissima*) constitue la plante alimentaire par excellence des regions tropicales humides et subhumides du globe Le manioc est interessant de par ses racines comestibles Dans les regions exposees a des famines chroniques la culture du manioc fut souvent encouragee comme reserve en cas de disette surtout en Afrique et en Amerique du Sud

En Asie la culture du manioc est moins developpee sauf la ou il intervient dans l alimentation animale (par exemple Thaillande Philippines) (RAEMAEEKERS 2001)

Selon le meme auteur parmi toutes les cultures a racines et tubercules en Afrique tropicale le manioc occupe la superficie la plus importante Sa popularite resulte avant tout de ses qualites exceptionnelles croissance vigoureuse rendements plus assures et tres eleves travail restreint et facile aptitude speciale a reussir apres defrichement resistance relative a la secheresse facilite de conservation dans le sol rusticite

En definitive le manioc constitue un aliment pour les hommes un aliment pour les animaux et une importance economique pour le pays

Sur le plan industriel l'éthanol fabriqué est utilisé dans les industries Pharmaceutiques et dans la fabrication de l'essence du type « E 85 blend » (85% d'éthanol 15% d'essence) (ALTERNATIVE FUEL Data center 2000 cite par NWEHE (2002))

L'amidon extrait à partir du manioc est un produit qui est utilisé dans l'industrie textile pour les opérations du collage de protection des fils de coton. Il est également utilisé dans les opérations d'imprimerie et pour préparer la pâte de teinture pour les étoffes. Le manioc sert aussi de matière première pour la fabrication de glucose, le sucrose, le maltose, le fructose, le sirop et de dextrine. Ces produits sont aussi d'importance capitale pour les industries chimiques. L'industrie pharmaceutique utilise couramment le glucose, le sucrose et le sirop. Selon NWEHE (2002) il est possible de fabriquer une bière de malt à partir du manioc cite par NSANZE (2006)

II 1 6 les ravageurs du manioc

Le manioc comme d'autres plantes est souvent attaqué par les ennemis ravageurs causant d'importants dégâts.

Mais grâce à l'acide cyanhydrique qui est une substance toxique, cette plante offre une grande résistance à plusieurs invasions, notamment contre certains insectes et autres ennemis. Ces ravageurs sont responsables de la baisse de la production et de la dépréciation de la qualité au niveau de la partie touchée.

Les principaux ravageurs du manioc sont

Bemisia tabaci un aleurode, un petit hémiptère de 1mm aux ailes blanches qui transmet un virus de la mosaïque du manioc (CMV) caractérisé par une panachure vert clair à jaunâtre du limbe foliaire qui se déforme, se boursouffle et croît de manière asymétrique par suite de l'arrêt du développement des parties infectées (AUTRIQUE et PERREAUX 1989, THEBERGE 1985).

D'après ces auteurs, les feuilles déformées et décolorées sont de petite taille, la base de certaines folioles est réduite à la nervure principale bordée d'un peu de parenchyme décoloré, la plante a un port rabougri et touffu.

Selon ces auteurs, il existe des variétés de manioc résistantes à la mosaïque. Un choix sévère des boutures et l'élimination des plants malades dans les parcs à bois permettent d'obtenir des cultures pratiquement saines.

L'acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) qui peut infliger à la culture des pertes de rendement en tubercules frais allant de 30 à 80% (SHULKA 1976, THEBERGE 1985, NDAYIRAGIJE et al 2007).

Les premiers signes d'attaques se manifestent sous la forme de nombreuses petites taches jaunâtres irrégulières qui apparaissent à la face supérieure des feuilles (ISABU 1989 AUTRIQUE et PERREAUX 1989)

Si l'infestation est forte les folioles des feuilles se réduisent à la nervure principale bordée d'un peu de parenchyme chlorotique déformé et déchiré

Les feuilles attaquées tombent et la tige en partie dégarnie reste coiffée de petites feuilles en forme de griffes

Par conséquent la croissance des plants fortement attaqués est ralentie et les entrenœuds sont plus courts Les attaques se développent surtout en saison sèche

Comme moyen de lutte on préconise l'utilisation de variétés de manioc à maturité rapide comme la NAKARASI la plantation en début de saison des pluies l'application des bonnes méthodes culturales et l'introduction des acariens prédateurs (phytoseïdes) exotiques originaires d'Amérique du sud dans un champ de manioc affecté par l'acariose en vue d'améliorer la régulation naturelle des populations de l'acarien vert (AUTRIQUE et PERREAUX 1989 THEBERGE 1985 SILVESTRE et ARRAUDEAU 1983)

Les acariens rouges (*olygonychus gossypii*) s'attaquent également au manioc en général aux feuilles plus mûres Toutefois elles sont très courtes et ne causent pas de sérieux dégâts (NDAYIRAGIJE et al 2006)

La cochenille farineuse du manioc (*Phenacoccus manihoti*) un insecte homoptère de 2 à 3 mm originaire d'Amérique latine est introduit en Afrique en 1973 (YASEEN 1975 GLASS 1988) provoque de sévères déformations aux plants de manioc qui en se nourrissant inocule une toxine qui induit des sévères perturbations du développement des plantes (THEBERGE 1985 GANTA 1985)

Ce ravageur attaque d'abord la partie terminale des tiges puis les pétioles et se répand sur les feuilles les entrenœuds et une réduction de la croissance des jeunes feuilles (THEBERGE 1985 cite par ZANNOU 1990)

Les pousses terminales prennent un aspect buissonnant la croissance des plantes est ralentie les entrenœuds sont plus courts et les tiges se tordent (ISABU 1990 AUTRIQUE et PERREAUX 1989)

Lors d'attaques très sévères pendant la saison sèche les plants dépérissent complètement en commençant par les extrémités « les sommets » ou les populations de *Phenacoccus manihoti* sont plus nombreuses (THEBERGE 1985)

Les attaques se développent surtout en saison sèche et peuvent engendrer des chutes de rendement en tubercules de 80% (AUTRIQUE et PERREAUX 1989) la lutte chimique contre ce ravageur est difficile (GANTA 1985) et a des conséquences néfastes sur la santé humaine En effet les pulvérisations

d'insecticides sont peu efficaces non rentables et présentent des risques d'intoxication liés à la consommation comme légume des jeunes feuilles de manioc (AUTRIQUE et PERREAUX 1989)

Cette lutte chimique est à déconseiller. Par contre la lutte biologique contre ce ravageur avec *Epidinocarsis lopezi* parasitoïde exotique est jugée être la méthode de lutte la plus efficace et la plus durable (HERREN 1980)

Elle constitue une solution permanente aux problèmes qu'il cause au manioc (HERREN 1980 cite par ZANNOU 1990)

Toute pratique culturale favorisant une croissance rapide et vigoureuse des plantes permet de limiter les dégâts. C'est une méthode à encourager dans la lutte contre ce ravageur (AUTRIQUE et PERREAUX 1989)

Quatre autres types de cochenilles s'attaquent au manioc

La cochenille verte (*Phenacoccus madeirensis*) est d'un blanc verdâtre. Elle n'est pas rose (NDAYIRAGIJE et al 2007)

La cochenille à raies (*Ferrisia virgata*) se rencontre surtout sur la surface de la tige de manioc

La cochenille verte est plus fréquente dans le champ du manioc que la cochenille à raies (NDAYIRAGIJE et al 2007)

La cochenille de la racine du manioc (*Stictococcus vayssierrei*) semble se confiner à certaines régions de l'Afrique centrale. En dehors du manioc la cochenille de la racine du manioc s'attaque à l'igname, au taro et à l'arachide (NDAYIRAGIJE et al 2007)

La cochenille virgule du manioc (*Aonidomytilus albus*) un insecte homoptère qui se nourrit de la sève des plantes en colonisant les tiges et les pétioles. Parfois les tiges sont en grande partie recouvertes par ces cochenilles. Il s'en suit par conséquent un flétrissement et un dessèchement de la plante (AUTRIQUE et PERREAUX 1989)

D'après ces auteurs la présence de ce ravageur est en général liée à des mauvaises conditions de culture

Tout facteur favorisant un développement normal des plants de manioc permet d'éviter l'apparition de cette cochenille dans les champs (AUTRIQUE & PERREAUX 1989)

Le criquet puant (*Zonocerus variegatus*) Les adultes du criquet puant *Zonocerus variegatus* sont verts avec des taches jaunes, noires, blanches et oranges. Les nymphes sont noires avec du jaune sur le corps, les pattes, les antennes (maximum trois taches jaunes) et les ailes. Les jeunes nymphes se rassemblent massivement sur des adventives et des plantes basses

Quant aux degats le criquet puant mache les feuilles les petioles et les tiges vertes du manioc Il defolie les pieds de manioc et debarrasse les tiges de leur ecorce

Les degats du ravageur sont plus courants sur les pieds plus ages que sur les jeunes pieds du manioc Ils sont plus graves en saison pluvieuse qu en saison seche (NDAYIRAGIJE et al 2007)

Les termites qui peuvent ravager les plantations surtout aux stades jeunes (THEBERGE 1985)

Autres depredateurs (ravageurs) du manioc les rats causent beaucoup de degats ainsi que les sangliers
Les varietes douces sont les plus touchees (BAERT 1991)

II 2 L'Acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*)

II 2 1 Origine et dispersion de l'acarien vert

Mononychellus tanajoa (BONDAR 1938) originaire d Amerique latine (ou originaire des tropiques du nouveau monde) plus precisement en Amerique du sud (MEXIQUE & BRESIL) s est propage dans toute la zone africaine productrice du manioc et menace aujourd'hui une culture generalement plantee dans des sols marginaux et qui constitue souvent la seule source de nourriture disponible en periode de secheresse prolongee (YANINEK et al 1990)

Mononychellus tanajoa espece exotique a ete signalee pour la premiere fois sur le continent africain plus precisement en OUGANDA en 1971 (NYIIRA 1972 LYON 1973 LYON 1974 NYIIRA 1982) Une fois introduit en Ouganda *Mononychellus tanajoa* a envahi 27 pays africains dans la ceinture du manioc dans l intervalle de 15 ans (YANINEK 1989 cite par ZANNOU 1990)

Cet acarien vert a ete observe au Burundi fin 1974 (AUTRIQUE 1975) et s est directement repandu dans toutes les regions ou l on cultive le manioc Certes la dispersion de ce ravageur en Afrique fut decrite par YANINEK et al 1990

Selon cet auteur les modes de dispersions sont le transport eolien phenomene couramment rencontre chez les Tetranychides et le transport au moyen du materiel vegetal infeste

L acarien vert marche quand il se deplace sur la plante (NDAYIRAGIJE 1992) Des infestations importantes tres severes entrainent des chutes de rendement en tubercules allant de 20 a 80% pendant la saison seche (THEBERGE 1985)

II 2 2 Systematique de l'acarien vert

L acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) appartient a l Embranchement des Arthropodes au sous Embranchement des Chelicerates a la classe des Arachnides a la sous classe des Acari a l ordre des Acariformes au sous ordre des Actinedida a la famille des Tetranychidae au genre *Mononychellus* et a l espece *Mononychellus tanajoa* (YANINEK et al 1990)

L acarien vert du manioc *Mononychellus tanajoa* vit sur la face inferieure des jeunes feuilles du manioc et sur les parties tendres des sommets des tiges Les acariens verts sont de tres minuscules arthropodes non ailes qui a l œil nu apparaissent comme des taches

En plein champ vous pouvez les voir plus clairement a l aide d une loupe de poche

Vertes au depart les nymphes (acariens immatures) prennent par la suite une coloration jaunatre

Mononychellus tanajoa est un acarien de couleur verte a vert jaune couvert de soies et dont la taille peut atteindre 0 2 mm pour le male dont l abdomen est effile en forme de V et 0 3 mm pour la femelle dont le corps est plus ovale Cette espece selon BONDAR (1938) est caracterisee par sa taille microscopique ses quatre paires de pattes a l etat adulte et son corps ovoide de couleur verte a vert jaune couvert de soies comme le montre la figure n 1

Les œufs pondus isolement sont ronds de couleur jaunatre a translucide et leur diametre peut atteindre 0 12 mm (NDAYIRAGIJE et al 2006)

II 2 3 Bio ecologie de l'acarien vert

Sur le plan biologique *Mononychellus tanajoa* s apparente aux autres Tetranychides

Au niveau de la reproduction elle est en general a la fois sexuee et parthenogenetique arrhenotoque

Il s agit de deux types de reproduction la reproduction sexuee ou les œufs fecondes donnent uniquement des femelles et la reproduction asexuee ou la reproduction parthenogenetique arrhenotoque ou les œufs non fecondes donnent uniquement des individus males (YANINEK et HERREN 1984 YANINEK 1989 cites par ZANNOU 1990)

La femelle pond 21 a 65 œufs sur la face inferieure des feuilles (YASEEN 1975 NYIIRA 1982 cites par YANINEK et al 1990)

L acarien vert a cinq (5) stades de developpement

Les œufs

Les larves (3 paires de pattes)

Deux stades nymphaux (la deutonymphe et la protonymphe) et le stade adulte (4 paires de pattes) (YANINEK 1989)

Chaque stade est separe par une periode de quiescence Ces periodes correspondent aux proto deuto et teliochrysalide (YANINEK 1989)

Son cycle de vie dure 11 13 5 jours (YASEEN 1975 YANINEK et al 1990)

Le cycle de developpement depend de la temperature de l humidite et de la qualite de la nourriture (ZANNOU 1990 et NDAYIRAGIJE 1992)

La Figure n 2 illustre le cycle de developpement de *Mononychellus tanajoa*

La temperature constitue un facteur preponderant qui affecte le taux de croissance et le developpement de toute population d arthropodes y compris les Tetranyques surtout dans les regions du climat tempere (NDAYIRAGIJE 1992)

Sur le continent africain *Mononychellus tanajoa* ne se nourrit que sur le manioc principalement sur les jeunes feuilles et occasionnellement sur les vieilles feuilles et les jeunes petioles a l aide de son chelicere (piece buccale) (NYIIRA 1972 NYIIRA 1982 YASEEN 1975 cites par ZANNOU 1990)

L acarien vert est un organisme minuscule (0 3mm) facilement transporte par le vent d une plante a une autre Il survit egalement sur les tiges et se transmet par les boutures transportees par les paysans

Les populations de l acarien vert sont plus abondantes en saison seche qu en saison des pluies (NDAYIRAGIJE et al 2006)

L evolution de la population d acarions verts varie selon les facteurs climatiques Ainsi la densite de population de ce ravageur est elevee pendant la saison seche et faible pendant la saison pluvieuse sous l effet des lessivages repetes (NYIIRA 1972 NYIIRA 1982 YANINEK et ANIMASHAUN 1987 cites par ZANNOU 1990)

Les acarions verts males sont plus petits que les femelles Les acarions verts observes sur la face inferieure de la feuille sont lents (mobilite tres lente)

En effet les femelles se rendent vers les sommities ou apex pour pondre les œufs (YANINEK 1989 I I T A 1989)

Les femelles pondent egalement les oeufs sur la face inferieure ou ventrale des feuilles YANINEK et al 1990)

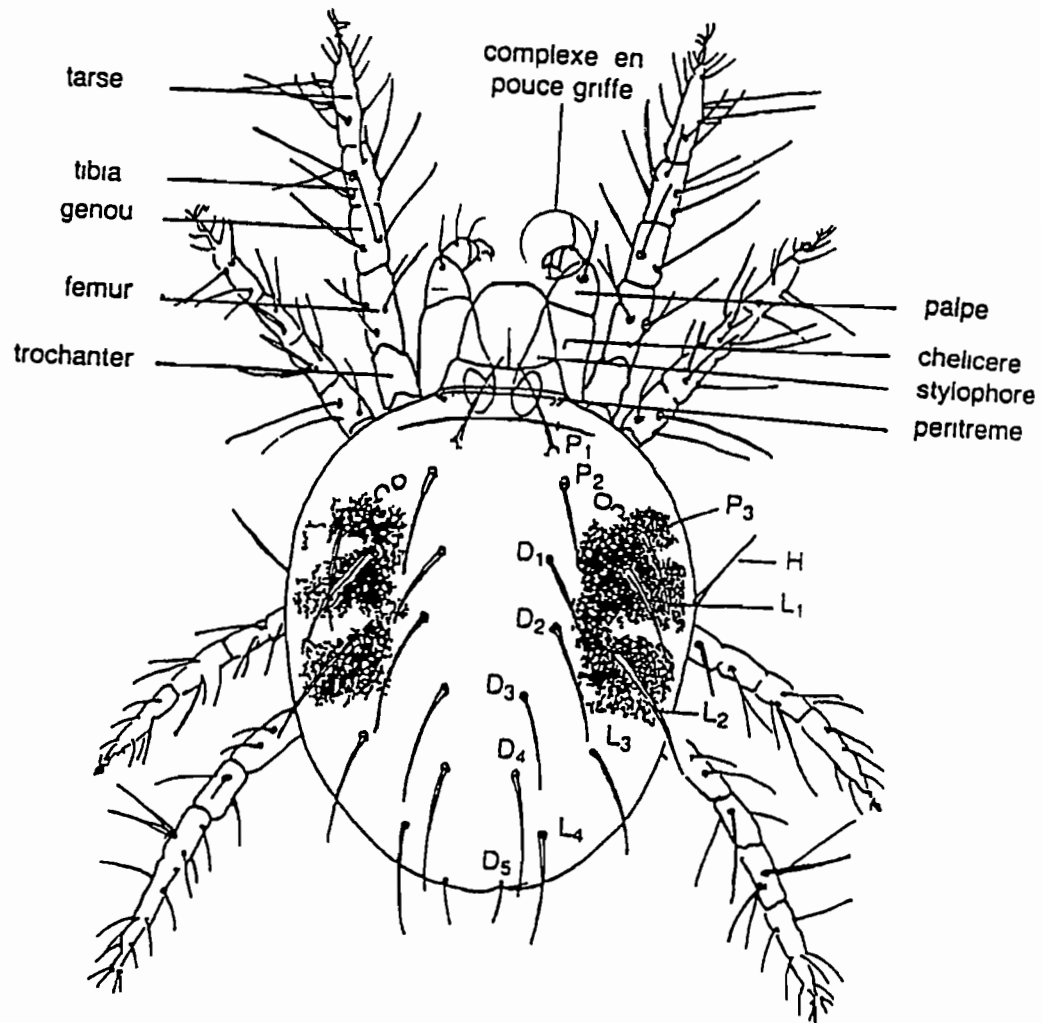


Figure n° 1 Schema d un acarien vert (YANINEK et al 1990)

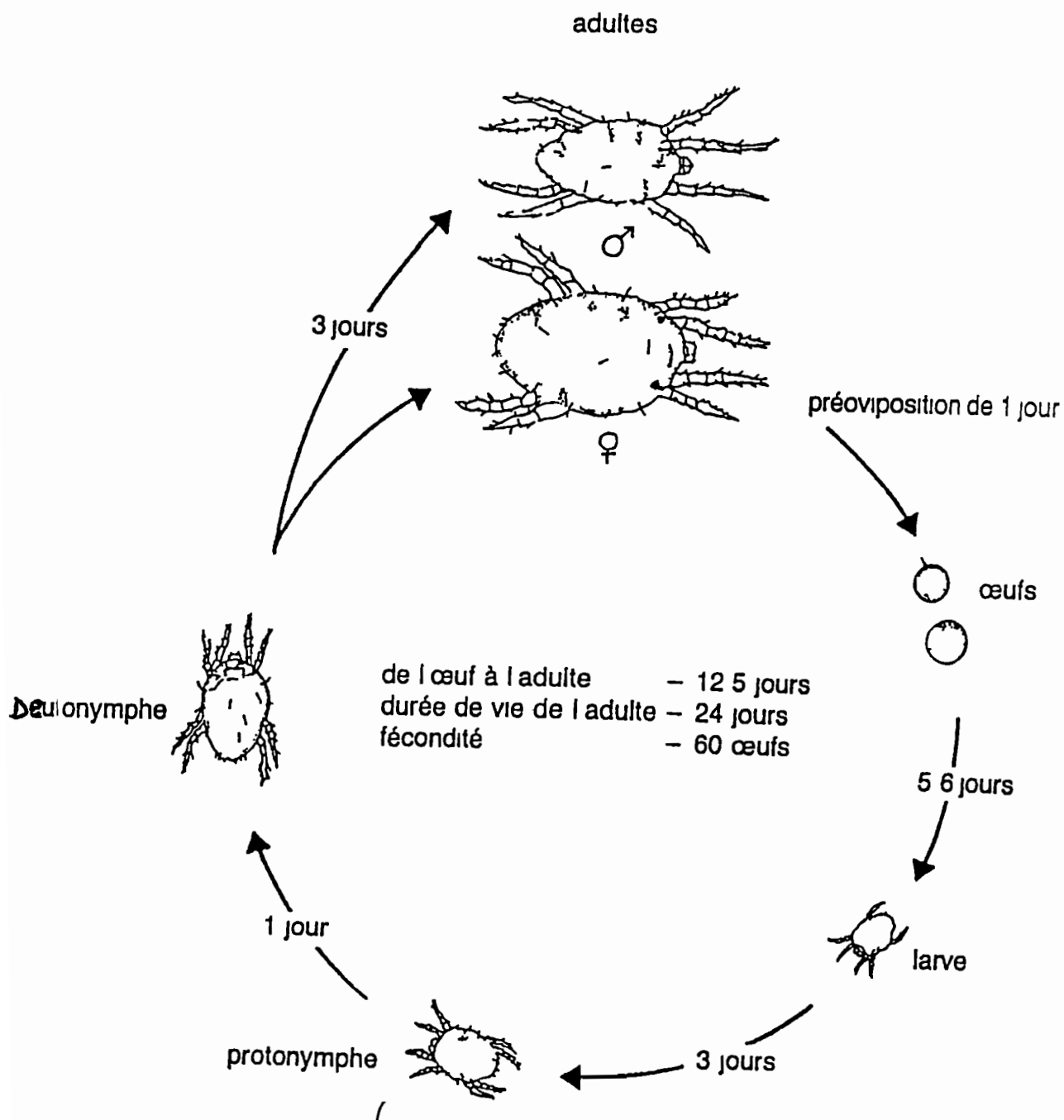


Figure n° 2 Cycle de développement de *Mononychellus tanajoa* a 27°C et 70% d humidite relative (YANINEK et al 1990)

II 2 4 Dégats occasionnés par l'acarien vert

Le manioc est une plante sujette à des attaques d'un ravageur exotique l'acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*)

Bien que cette culture présente une grande faculté d'adaptation les dégâts causés par plusieurs ravageurs constituent une contrainte qui limite sa production

Parmi ceux-ci l'acarien vert se est propagé dans toute la zone africaine productrice du manioc

L'acarien vert du manioc se nourrit sur la face ventrale des jeunes feuilles situées à proximité des pousses terminales (YANINEK et HERREN 1984 cités par YANINEK et al 1990)

Mononychellus tanajoa suce la sève des feuilles et des extrémités des tiges de manioc. Elle est responsable des toutes petites taches chlorotiques jaunes que l'on observe comme des piqûres d'aiguilles sur la face supérieure de la feuille. Les taches chlorotiques de l'acarien vert ne doivent pas être confondues avec les plages de la mosaïque du manioc

Les jeunes feuilles attaquées par l'acarien vert deviennent plus petites et plus étroites. Autrement dit les symptômes d'attaque de l'acarien vert diffèrent de ceux de la mosaïque du manioc en ce sens que la plage chlorotique est plus large dans le cas de la mosaïque que dans le cas de l'acarien vert (THEBERGE 1985 cités par NDAYIRAGIJE 1992 et ZANNOU 1990)

Lors des infestations sévères les feuilles sont rabougries et déformées (NYIIRA 1972)

Le ravageur détruit les feuilles terminales qui tombent donnant aux extrémités des pousses un aspect de « cierge » (NDAYIRAGIJE et al 2006)

Les feuilles terminales meurent et tombent c'est ce qu'on appelle « defoliation »

Cette chute des feuilles et la formation des chloroses réduisent la surface foliaire et donc la photosynthèse ce qui affaiblit la plante

Les attaques dues à l'acarien vert du manioc peuvent aussi entraîner la pourriture des racines et aussi la repartition de l'acide cyanhydrique (HCN) dans la plante (YANINEK et al 1990)

Ce parasite cause d'importants dégâts

Sur feuilles âgées l'attaque provoque une marbrure jaunâtre ou brunâtre surtout à la base des lobes. Les plus jeunes feuilles jaunissent en présentant un grand nombre de petites taches jaunes

Les lobes de ces feuilles tendres se développent souvent de façon asymétrique se déforment se boursoufflent légèrement et se déchirent parfois sur les bords (AUTRIQUE 1975)

Toutes les jeunes feuilles du sommet des tiges fortement attaquées ne se développent pas et les lobes se réduisent parfois à la nervure principale bordée d'un peu de parenchyme déformé et déchiré sur les bords. Les feuilles apparaissent ainsi sous la forme de griffes orientées vers le haut jaunâtres ou violacées suivant les variétés.

Suite à des fortes infestations les feuilles du sommet se rabougrissent se déforment et prennent une forme de griffes et finissent par tomber prématurément.

D'après NYIIRA (1972) l'incidence de ces attaques se manifeste sur la production du manioc. Les pertes de feuilles peuvent atteindre 75% celles des boutures peuvent varier de 19 à 67% (BYRNE et al 1982 cités par NDAYIRAGIJE 1992). L'acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) peut infliger à la culture des pertes de rendement en tubercules frais allant de 30 à 80% (SHULKA 1976 BYRNE et al 1982 cités par ZANNOU 1990 et NDAYIRAGIJE 1992).

Les dégâts infligés au manioc par le ravageur sont plus sévères en saison sèche qu'en saison de pluies (NDAYIRAGIJE 1992 et KAMUGISHA 1997).

Ces pertes de rendement pourraient être influencées par la date de plantation, la saison, l'âge, la fertilité du sol et les conditions climatiques (YANINEK 1985 cité par ZANNOU 1990).

II 2 5 Méthodes de lutte contre l'acarien vert du manioc

Des la découverte de *Mononychellus tanajoa* en Afrique plusieurs méthodes de lutte ont été engagées pour l'anéantir. Parmi lesquelles nous avons la lutte culturale et la lutte chimique.

Ainsi donc plusieurs insecticides ont été testés comme acaricides contre ce ravageur dès sa découverte en Ouganda (NYIIRA 1976) mais n'ont pas eu d'effets durables pour la protection de la plante sans compter les difficultés d'acquisition et d'application des produits phytosanitaires en milieu paysan (YANINEK et al 1990).

II 2 5 1 La lutte chimique

Il s'agit de l'usage de pesticides comme « les acaricides chimiques » contre les acariens verts du manioc.

Comme produits chimiques utilisés nous citerons galeon dicofol diméthoate (SYLVESTRE et al 1983 cités par ZANNOU 1990)

L'application de ces produits chimiques a des risques sur l'environnement la santé humaine et des coûts économiques très élevés. Peu d'agriculteurs ont la formation ou l'équipement requis pour exploiter efficacement les produits agrochimiques ou / et les acaricides chimiques. Chose plus grave encore ces agriculteurs observent rarement les précautions d'emploi et mettent ainsi en danger non seulement leur santé mais aussi celle des consommateurs.

Pour être efficaces ces produits doivent être pulvérisés et changés régulièrement pour éviter la résistance qu'ils pourraient induire aux acariens verts (YANINEK et al 1990). Outre ces inconvénients financiers de ces produits la lutte chimique implique une augmentation en flèche de la population des ravageurs par destruction de leurs ennemis naturels (YANINEK et al 1990 PNUD et FAO 1992).

Bien qu'efficaces à court terme les traitements chimiques sont souvent à l'origine d'infestations secondaires et favorisent à long terme une réapparition du ravageur qui finit par développer une résistance au pesticide.

En effet la lutte chimique n'est pas une méthode économique pour lutter contre *Mononychellus tanajoa* et de plus ces produits altèrent la santé humaine et sont néfastes pour l'environnement.

En principe l'utilisation des pesticides comme acaricides chimiques devrait être considérée comme une solution de dernier recours (YANINEK 1989).

II 2 5 2 La lutte culturale

Il existe très peu de techniques culturales permettant de lutter contre *Mononychellus tanajoa*.

Parmi ces techniques culturales nous pouvons citer

Le choix des meilleures dates de plantation et les associations culturales ou cultures intercalaires peuvent contribuer au maintien des populations des organismes visés à des niveaux acceptables.

Le choix judicieux de la période d'installation des champs au début de la saison des pluies permettrait de limiter les dégâts causés par *Mononychellus tanajoa* au manioc (BYRNE et al 1982 b YANINEK et al 1990).

Les plants de manioc âgés de 2 à 9 mois sont les plus vulnérables aux attaques de ce prédateur (acarien vert). Néanmoins la rotation des cultures consistant à cultiver des plantes non hôtes après la culture du manioc la plantation du manioc dans les régions où la saison sèche est courte la plantation précoce (au début de la grande saison pluvieuse) et l'enlèvement des plants infestés

permettent de réduire les dégâts causés par *Mononychellus tanajoa* (BYRNE et al 1983)

La principale méthode de lutte consiste par conséquent à planter le manioc dès le début de la saison pluvieuse à tendance à promouvoir un bon établissement et aide les plants à résister aux attaques des ravageurs

Les pratiques traditionnelles telles les cultures intercalaires ou en association peuvent contribuer à réduire l'incidence de certains ravageurs mais une étude adéquate s'impose à ce sujet (YANINEK 1989)

Signalons que ces techniques culturales peuvent être efficaces pour certaines régions c'est à dire que ces techniques culturales ont une efficacité variant d'une région à une autre mais dans la plupart des cas elles se révèlent impraticables insuffisantes ou inefficaces pour assurer une parfaite protection contre *Mononychellus tanajoa* (ZANNOU 1990)

Signalons que cette lutte chimique a été vaine et celle-ci continue d'être au-dessus des moyens financiers de beaucoup de paysans africains

Les insuffisances et les conséquences de ces deux méthodes à savoir la lutte culturale et la lutte chimique ont incité les chercheurs à envisager l'utilisation des variétés résistantes et la lutte biologique contre ce ravageur (ZANNOU 1990)

II 2 5 3 La lutte biologique

La lutte biologique est la régulation d'une population de ravageurs par ses ennemis naturels

Dans la nature les organismes coexistent généralement au sein d'un environnement équilibré. Lorsqu'un organisme tel qu'un insecte échappe au contrôle de ses ennemis naturels il peut se propager rapidement et devenir un insecte nuisible et dangereux c'est le cas de l'acarien vert du manioc

Afin de lutter contre ce ravageur on peut s'attacher à découvrir ses ennemis naturels et les introduire dans la zone affectée par cet insecte exotique nuisible

L'organisme bénéfique (ennemis naturels) va l'attaquer et mettre un frein à son expansion rapide et rétablir de ce fait l'équilibre naturel en réduisant la densité de population du ravageur (Organismes nuisibles) Tel est donc le principe de base de la lutte biologique (I I T A 1990)

Selon VINCENT et CODERRE (1992) ce concept de lutte biologique est considéré comme étant l'une des méthodes écologiquement saines de la protection des cultures qui vise la régulation naturelle d'une population des organismes nuisibles par leurs ennemis naturels

YANINEK et HERREN (1984) conçoivent la lutte biologique comme étant une stratégie de lutte permettant de créer les conditions économiques favorables en restaurant l'équilibre écologique à l'aide d'agents biologiques.

LAVABRE (1970) définit la lutte biologique comme « l'utilisation par l'homme des organismes vivants pour entraver, réduire ou éliminer les dommages causés à ses propriétés ou à lui-même par d'autres organismes vivants ».

Le but étant de modifier en sa faveur et aux dépens des ravageurs l'équilibre existant dans un milieu donné.

La lutte biologique est ainsi définie comme l'utilisation des organismes naturels en tant qu'agents de lutte contre les ravageurs (PNUD/FAO 1992).

La lutte biologique mettant aux prises un insecte nuisible et des ennemis naturels exotiques remonte depuis l'antiquité en Chine (IITA 1990).

Actuellement, cette méthode est utilisée pour lutter contre plusieurs ravageurs et surtout contre les cochenilles. Ainsi, elle a aussi été recommandée comme une solution possible, durable, permanente et plus prometteuse aux problèmes de *Mononychellus tanajoa* (LYON 1974, HERREN 1980) cités par ZANNOU (1990).

« D'après le bimestriel » vers un développement solidaire (Avril 1990, n° 103, p. 13) de la déclaration de Berne, la lutte biologique utilisant les lâchers d'ennemis naturels de ces ravageurs dans la zone d'expansion de ces derniers a donné des résultats significatifs et prometteurs quant à l'élimination de ces ravageurs.

Divers ennemis naturels vivent en association avec *Mononychellus tanajoa* dans la région néotropicale. Nous citerons notamment les Chrysopidae (Névroptère), Cecidomyiidae (Diptère), Syrphidae (Diptère), Anthocoridae (Hémiptère), Staphylinidae (Coleoptère) et Phytoseiides (acariens).

Les Thrips, les acariens prédateurs d'autres familles et les entomopathogènes et les araignées constituent un autre groupe d'ennemis naturels (BYRNE et al. 1983).

Selon les mêmes auteurs, la plupart de ces prédateurs ne sont efficaces que lorsque la densité de *Mononychellus tanajoa* est élevée, mais les phytoseiides disposent d'une plus grande spécificité pour les proies que les autres prédateurs.

Ils sont considérés sous les Neotropiques comme les prédateurs plus efficaces quand les densités de population de l'acarien vert sont faibles ou basses.

La lutte contre l'acarien vert du manioc repose sur la lutte biologique en utilisant un acarien prédateur *Typhlodromalus aripo* de la famille des phytoseiidae.

Ce prédateur régule efficacement les populations de l'acarien vert du manioc. Cet acarien bénéfique a été introduit et lâché au Burundi en 1994.

Il controle efficacement les populations du ravageur dans les zones qui ont deja fait objet de lachers (IMBO et MOSO) L installation des champs du manioc au debut de saison des pluies ameliore l efficacite de la lutte biologique (NDAYIRAGIJE et al 2007)

II 2 5 4 La lutte integree

A Cote de la lutte biologique sensu stricto un autre concept celui de « lutte integree a ete recemment mis en vedette

LAVABRE (1970) le caracterise ainsi la lutte integree est la methode qui associe la lutte chimique a la lutte biologique de façon a beneficier des resultats de la premiere sans negliger les principes dont s inspire la seconde

Ce sont des methodes qui se completent mutuellement en vue d une plus grande efficacite Un autre exemple de la lutte integree la methode qui associe la lutte biologique a la resistance varietale (KAMUGISHA 1997 NDAYIRAGIJE 1992)

Dans la lutte integree on peut faire recours

a l utilisation d insectes entomophages

Exemple 1 utilisation des Coccinelles qui s alimentent tant a l etat larvaire qu adulte sur homopteres et cochenilles en particulier

Exemple 2 utilisation des Hymenopteres et surtout de Micro hymenopteres qui pondent leurs œufs dans le corps de la larve ou quelques fois a l interieur meme des œufs de leurs victimes (especes oophages) (LAVABRE et al 1970)

a l utilisation de germes entomopathogenes

Exemple Usage de *Bacillus thuringiensis* pour combatre les Chenilles de lepidopteres (LAVABRE et al 1970)

a l utilisation de la lutte autocide

Dans la lutte autocide le facteur de reduction est l insecte lui meme et plus specialement le male prealablement sterilise (LAVABRE et al 1970)

Selon les memes auteurs si les males steriles sont laches dans une population naturelle ils entrent en competition avec les males fertiles et un certain nombre d œufs sont steriles

A condition de prevoir un certain rapport entre population des males steriles par males fertiles on arrive en quelques generations a reduire tres sensiblement ou meme a eradiquer la population des depredateurs (Organismes nuisibles)

La sterilisation peut etre obtenue par irradiation aux ultra violets (u v) ou par alimentation avec des substances speciales chimiosterilisantes dont le type est l apholate (LAVABRE et al 1970)

La lutte integree comprend plusieurs composantes a savoir

La resistance varietale

La date de plantation

Le systeme cultural

et la lutte biologique (I I T A 1990)

II 2 5 5 La resistance varietale

Le choix des varietes resistantes ou tolerantes aux maladies et aux ravageurs constitue une methode de lutte ideale qui peut etre utilisee par les agriculteurs

Des etudes recentes faites sur la resistance du manioc il ressort que les acariens verts peuvent attaquer toutes varietes de manioc (pas d'immunité) mais il existe une difference dans la resistance du manioc aux acariens verts (YANINEK et al 1990)

Selon le meme auteur cette resistance est liee a une faible fecondite une non preference une mortalite croissante et un temps de developpement croissant de l acarien vert du manioc

Tout ceci est attribue a la pubescence la taille des cellules et l epaississement des couches cellulaires de la plante hote

Des essais de selection de varietes resistantes ou tolerantes ont ete faits et realises au centro international de agricultura tropical (CIAT) a l I I T A et dans beaucoup de stations de recherche pour mettre a la disposition des paysans des cultivars bien selectionnes Mais cela ne resoudra que partiellement le probleme

L identification de sources de resistance l incorporation de celles ci dans des types vegetaux acceptables et productifs l experimentation et enfin la distribution des nouveaux cultivars aux paysans sont les etapes d un long processus qui peut durer dix annees ou plus (YANINEK 1989)

II 3 Les acariens phytoseides

II 3 1 Biologie des phytoseides

Les phytoseides sont des Arthropodes appartenant au sous embranchement des chelicerates a la classe des Arachnides a la sous classe des acari a l ordre

des parasitiformes au sous ordre des Gamasida et a la famille des Phytoseiides (YANINEK et al 1990)

C est grace a leur plus grande mobilite leur aspect brillant sous la lumiere leur couleur allant du blanc au rouge (dependant de la couleur de leur proies) ou de couleur jaunatre car ils consomment la chlorophylle et l aspect piriforme de leurs corps que nous les reconnaissons comme le montre la figure n°3

Les males sont plus petits que les femelles et difficile a distinguer les nymphes c est a dire les protonymphes et les deutonymphes sous binoculaire

Les œufs des phytoseiides sont transparents blancs et ovales Chaque femelle pond en moyenne 40 a 60 œufs a raison d un ou de deux œufs par jours sous un climat tropical chaud 25 c (HAGEN et al 1976 cites par ZANNOU 1990 et KAMUGISHA 1997) mais le taux maximum d oviposition est inferieur par rapport a celui des Tetranychides (HAGEN et al 1976)

Comme chez les acariens verts du manioc les phytoseiides disposent deux types de reproduction la reproduction sexuee ou les œufs fecondes donnent uniquement les femelles et la reproduction parthenogenetique arrhenotoque ou les œufs non fecondes donnent uniquement des males (MC MURTRY et al 1970 YANINEK et HERREN 1984 HAGEN et al 1976 cites par ZANNOU 1990 et KAMUGISHA 1997)

Les phytoseiides comportent eux aussi cinq stades de developpement tout comme *Mononychellus tanajoa* a savoir les œufs les larves (trois paires de pattes) les protonymphes les deutonymphes et les adultes (4 paires de pattes) Les nymphes se distinguent des adultes par leur taille plus petite et leurs pattes moins longues

Deux stades successifs sont separees par une periode de quiescence (etat torpide pendant lequel l acarien se nourrit tres peu et manifeste encore des signes exterieurs de vie) la proto deutro et teliochrysalide (YANINEK et HERREN 1988 cites par ZANNOU 1990)

Par comparaison le cycle de vie de *Mononychellus tanajoa* (12 14jours) (YANINEK et al 1989) est plus long que celui des phytoseiides (8 12jours) dans les memes conditions de temperature et d humidite relative Ce qui permet aux phytoseiides de compenser la difference qui pourrait etre observee au niveau de leur taux maximum d oviposition (HAGEN et al 1976 cites par ZANNOU 1990)

La Figure n 4 nous montre les differents stades de developpement des Phytoseiides

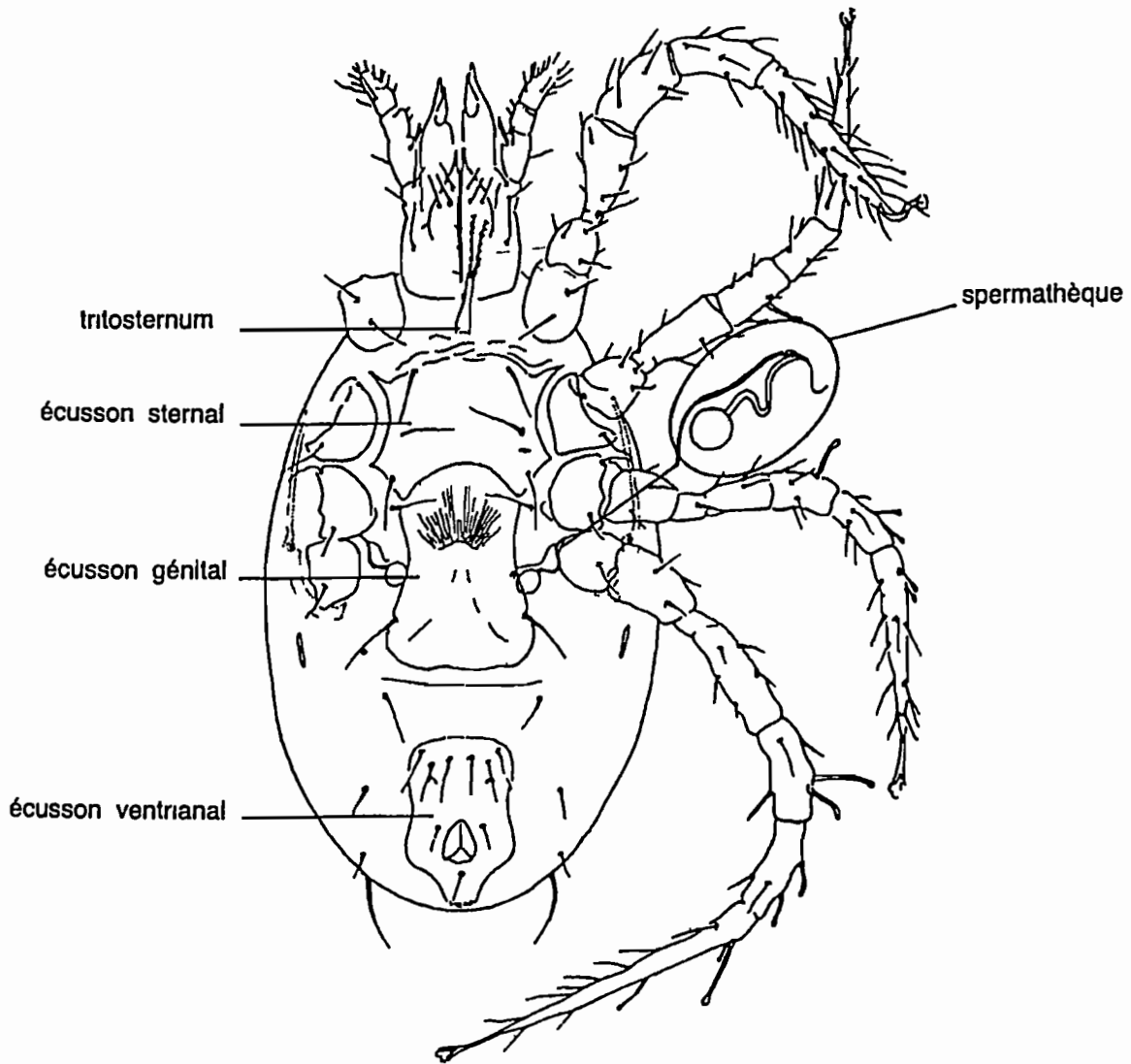


Figure n° 3 Schema d un phytoseïde (YANINEK et al 1990)

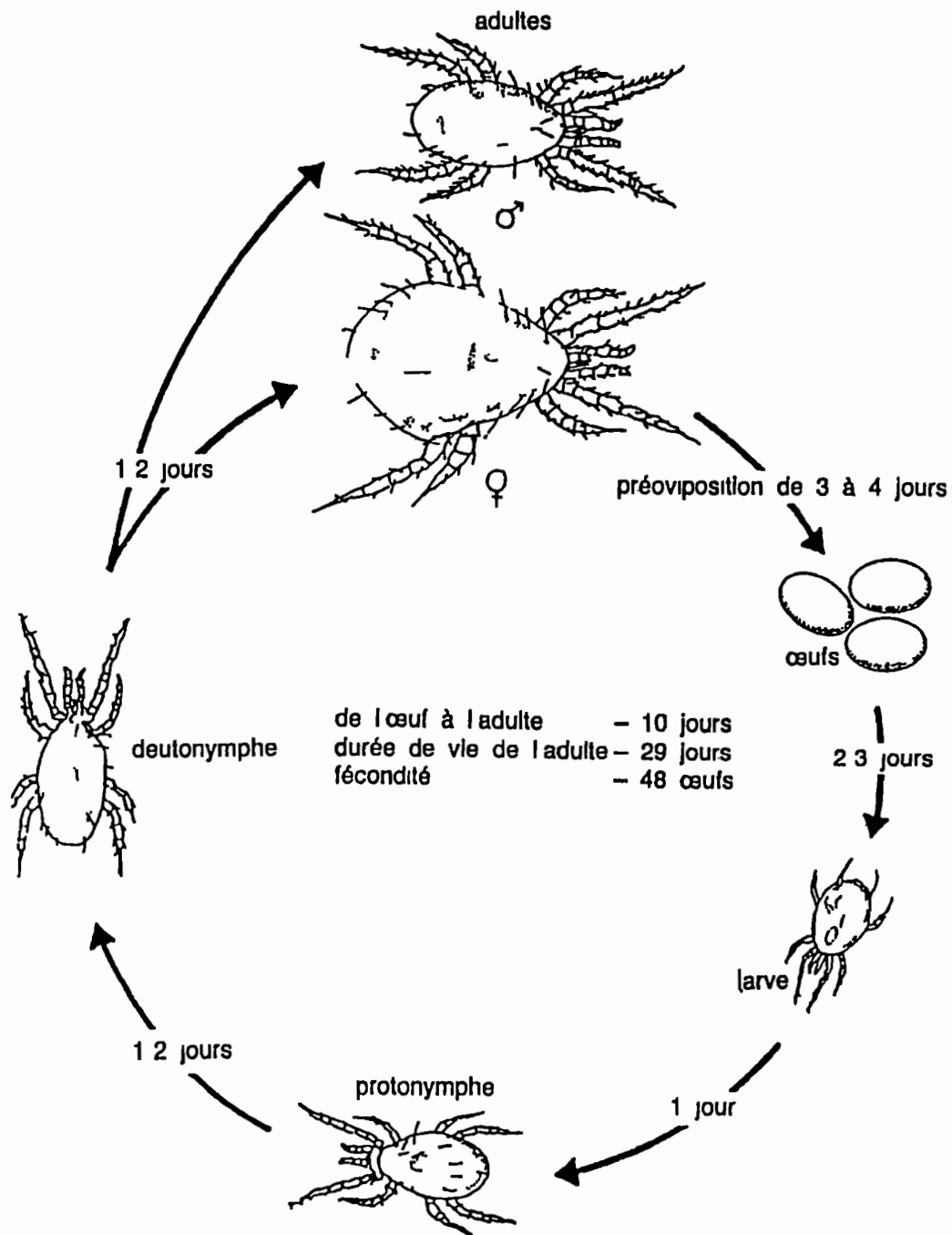


Figure n 4 Cycle biologique d'un phytoseïde type a 27°C et 70% d'humidité relative (YANINEK et al 1990)

II 3 2 Ecologie des Phytoseïdes

Du point de vue écologique les phytoseïdes vivent surtout à la face inférieure des jeunes feuilles ou des vieilles feuilles (selon les espèces) pour se protéger contre la lumière du jour (MURTRY et al 1970 cités par ZANNOU 1990)

Les phytoseïdes vivent également dans les sommets ou apex pendant la journée et sortent la nuit pour aller réguler la population des acariens verts. Leur population peut être réduite par certains arthropodes tels que les Staphylinides et les Coccinelles lorsqu'elle est très élevée (MURTRY et al 1970)

Les phytoseïdes purement carnivores peuvent être réduits par suite de la disparition totale de leurs proies. À ce niveau les populations de phytoseïdes peuvent également décroître avec celles de leurs proies.

Les pluies torrentielles ou diluviennes pouvant également lessiver ces phytoseïdes (ZANNOU 1990)

II 3 3 Importance des phytoseïdes comme ennemis naturels de l'acarien vert du manioc

Du point de vue nutritionnel certains phytoseïdes se nourrissent sur les Tetranychidae en suçant leur fluide corporel à l'aide de leurs chélicères « pièce buccale piqueur et suceur » qu'ils insèrent dans le corps de leurs proies.

Les phytoseïdes peuvent également se nourrir des exsudats sur les feuilles de manioc.

À l'exception de certaines espèces de phytoseïdes exotiques (*Typhlodromus occidentalis*) (Nesbitt) ou les larves ne se alimentent pas (HAGEN et al 1976) tous les stades actifs de phytoseïdes se alimentent sur les œufs et les actifs de Tetranychidae (Murtry et al 1970 cités par ZANNOU 1990) ce qui sera intéressant et recommandé dans la lutte contre ce ravageur Tetranychidae.

Les besoins en proies varient d'une espèce à une autre mais en général un phytoseïde peut consommer le quart voire la moitié de la progéniture d'un Tetranychidae (Murtry et al 1970 cités par ZANNOU 1990 I I T A 1990)

En effet les aliments d'origine végétale comme le pollen peuvent jouer un rôle essentiel dans le maintien de la population des acariens prédateurs en l'absence des acariens ravageurs.

L'importance des phytoseïdes ressort clairement par les fréquences des éruptions des Tetranychidae dans certaines cultures (par exemple chez le théier le cotonnier etc) après l'application des pesticides auxquelles les phytoseïdes sont particulièrement sensibles (I I T A 1990)

Sur le plan nutritionnel certains phytoseïdes sont purement carnivores d'autres sont herbivores ou se alimentent à la fois sur les arthropodes et les

grains de pollen ce qui permet a ces derniers d avoir un niveau de population stable meme au moment de la rarete des proies (MURTRY et al 1970)

D apres ZANNOU (1990) la presence des proies alternatives peut etre un facteur critique pour l aptitude des phytoseïdes a lutter contre *Mononychellus tanajoa*

De tout ce qui precede il ressort que les phytoseïdes qui seraient utilises efficacement contre *Mononychellus tanajoa* seraient ceux qui sont a la fois carnivores et herbivores ce qui permettrait de survivre au moment de la rarete de *Mononychellus tanajoa*

A titre d exemple l espece la plus efficace a ce niveau est *Typhlodromalus aripo* de la famille des Phytoseïdæ

CHAPITRE III PARTIE EXPERIMENTALE

III 1 Description physique du site d' experimentation

II 1 1 Introduction

L Acarien vert du manioc peut reduire considerablement les rendements de manioc de 80% Son influence sur la production du manioc en Afrique s est accrue avec son expansion dans la zone de culture de manioc du continent au cours des trois dernieres decennies

Pour combattre ce ravageur des efforts ont ete deployes dans les domaines de la recherche en matiere de la lutte biologique

Cette approche requiert une connaissance approfondie de l ecologie ainsi que de la dynamique saisonniere de la population d acariens dans les differentes zones ecologiques

II 1 2 Conditions ecologique du site d' experimentation

Cas de la Commune GIHANGA

Les prospections des acariens verts et des phytoseïdes ont ete menees dans la province de Bubanza plus precisement dans la Commune de GIHANGA ou des lachers des phytoseïdes avaient ete effectues au debut de l annee 2007

La Commune de GIHANGA se trouve dans une region naturelle qui s appelle IMBO-CENTRE

La Commune de GIHANGA forme un triangle entre le Ninga la RN5 (Route Nationale Numero cinq) et les piedmonts Elle occupe une superficie de 6 610 hectares Le nord de la Commune est reservee aux paturages et le sud aux paysannats cotonniers

La riviere Kajeke qui la traverse y causait autrefois des inondations Ce probleme est actuellement resolu suite aux travaux de rectification du lit de cette riviere C est au niveau de cette region que se situe le Centre administratif de GIHANGA avec une ecole technique un tribunal un hopital une eglise etc (KIBIRITI 1981)

Cette region se trouve a une altitude de 830 m (TESSENS 1993)

Selon TESSENS sur le plan pedologique la Commune de GIHANGA connait un sol permeable bien draine et de preference sur les collines

Le sol de cette region est compose dans son ensemble par des sediments et d alluvions fertiles fluviales et lacustres Cette region connait egalement un sol argileux moyennement sablonneux et le pH du sol est fortement basique (pH variant de 8 a 12)

a) Les precipitations

Nous referant a la pluviometrie normale de la region nous remarquons que GIHANGA n a pas de precipitations abondantes

En effet sur toute l annee seuls deux mois (janvier 104 8 et avril 115 4) connaissent normalement des precipitations mensuelles moyennes legerement superieures a 100mm (annexe VI)

Ceci etant toute secheresse petite soit elle est durement ressentie sur le plan agricole du fait que la reserve d eau contenue dans le sol est presque inexistante Les precipitations varient entre 800 et 1000mm/an (BOCCAS 1987 TESSENS 1989)

b) Les temperatures

La region de l IMBO est comptee parmi les points les plus chauds du pays avec une temperature annuelle moyenne de 24 0°C pour l IMBO-Centre

Cette moyenne annuelle elevee est proche des temperatures moyennes sur les 12 mois En effet les variations moyennes de temperatures sont faibles car elles n oscillent que entre 23 1°C et 24 8°C Ceci signifie qu en terme moyen la chaleur est etalee sur toute l annee

La temperature moyenne est de 23°C Avec un ensoleillement excessif et une forte chaleur sur toute l annee la Commune GIHANGA offre a ses agriculteurs des conditions de travail penibles (TESSENS 1989)

c) Insolation

Elle est un phenomene tres important pour une region comme l IMBO Centre en general et la Commune de GIHANGA en particulier ou les precipitations ne sont pas abondantes

En effet l insolation est a la base du phenomene d evaporation Ce phenomene presente effectivement un danger agricole important car il detruit en quelque sorte la maigre reserve d eau gardee dans la terre par infiltration L IMBO Centre se trouve parmi les regions les plus ensoleillees du pays (TESSENS 1989)

Selon le meme auteur cette forte insolation a des effets nefastes directs sur la culture du manioc

En effet l agronome communal nous a affirme que dans la Commune GIHANGA l etat d insolation fait que la culture de manioc sur certains types de sol perde ses feuilles avec comme consequence le dessechement de la plante toute entiere

III 2 Materiel et methodes

III 2 1 Champ d experimentation

Comme deja plus haut le champ d experimentation est situe dans la commune de GIHANGA Il s agit d un ensemble de six parcelles d une superficie de deux hectares

1 Chaque parcelle de manioc composee d une association varietale est consideree comme un champ Les acariens observes sur ce champ constituent ainsi la population

2 Dans chaque de six parcelles une trentaine des plants a ete choisie de façon aleatoire

III 2 1 1 Materiel

Au cours de ce travail le materiel de laboratoire suivant a ete utilise

Loupe de serre tete ou loupe frontale elle a ete utilise pour l observation et la visualisation des acariens verts des phytoseides et des degats foliaires observes sur la feuille du manioc

L Alcool ethylique (ethanol) dilue a 70% $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ il a ete utilise pour conserver les specimens des phytoseides pour une analyse ulterieure au laboratoire (YANINEK et al 1990)

Les Tubes et les flacons ils ont servi a conserver l alcool ethylique et les apex

La boite de petrie dans laquelle ont ete depose les apex puis decouper en morceau avant leur observation

Les pinces elles ont servi a decouper les apex en morceau

Les pinceaux ils ont servi a prelever les phytoseides qui se trouvaient dans les apex

Loupe binoculaire elle a servi a visualiser les phytoseides qui se trouvaient dans les apex au laboratoire (YANINEK et al 1990)

III 2 Materiel et methodes

III 2 1 Champ d experimentation

Comme deja plus haut le champ d experimentation est situe dans la commune de GIHANGA Il s agit d un ensemble de six parcelles d une superficie de deux hectares

1 Chaque parcelle de manioc composee d une association varietale est consideree comme un champ Les acariens observes sur ce champ constituent ainsi la population

2 Dans chaque de six parcelles une trentaine des plants a ete choisie de façon aleatoire

III 2 1 1 Materiel

Au cours de ce travail le materiel de laboratoire suivant a ete utilise

Loupe de serre tete ou loupe frontale elle a ete utilise pour l observation et la visualisation des acariens verts des phytoseides et des degats foliaires observes sur la feuille du manioc

L Alcool ethylique (ethanol) dilue a 70% $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ il a ete utilise pour conserver les specimens des phytoseides pour une analyse ulterieure au laboratoire (YANINEK et al 1990)

Les Tubes et les flacons ils ont servi a conserver l alcool ethylique et les apex

La boite de petrie dans laquelle ont ete depose les apex puis decouper en morceau avant leur observation

Les pinces elles ont servi a decouper les apex en morceau

Les pinceaux ils ont servi a prelever les phytoseides qui se trouvaient dans les apex

Loupe binoculaire elle a servi a visualiser les phytoseides qui se trouvaient dans les apex au laboratoire (YANINEK et al 1990)

III 2 1 2 Methodes d'échantillonnage

En vue d'évaluer l'impact des prédateurs sur les populations d'acarien vert des observations sur 30 plants dans les champs de lachers ont porté sur les dégâts foliaires (échelle de 1 à 5) et le nombre d'acariens par feuille. Les observations ont été également faites au niveau de l'apex. Elles ont débuté au mois de Mai 2007 et se sont terminées au mois de mars 2008.

Le protocole de recensement des populations d'acariens verts a été pour une évaluation générale en champ est le suivant

1 L'abondance des acariens a été déterminée en examinant la 1^{ère} feuille la plus développée au niveau de l'apex de chaque plant recensé. Si la plante possède plusieurs pointes apicales celle orientée vers le Nord est choisie. La première feuille pleinement développée se différencie des feuilles de la pousse par sa couleur plus foncée et des feuilles plus âgées par son pétiole rattaché à la tige en angle plus aigu ($<90^\circ$) (YANINEK et al 1990)

2 L'ampleur des dégâts sur feuille sera notée selon l'échelle de notation variant de 1 à 5 (YANINEK et al 1990)

- 1 Aucune lésion
- 2 Présence de taches chlorotiques (jaunâtres) inférieures ou égales à 5% de la surface foliaire totale
- 3 Chlorose plus grave entre 5 et 50% de la surface foliaire sont atteints parfois on observe un rabougrissement de la feuille
- 4 Chlorose très sévère plus de 50% de la surface foliaire sont atteints la feuille est jaunâtre cela étant dû à la perte de la chlorophylle les feuilles sont rabougries
- 5 Feuille morte ou défoliation

1°) Sur le terrain

Les échantillons prélevés en champ ont été examinés à l'aide d'une loupe de serre tête avant que les feuilles ne se dessèchent.

Les spécimens qui ne peuvent être évalués ont été placés immédiatement dans des tubes contenant l'alcool éthylique (éthanol) dilué à 70% pour être soumis à des analyses de laboratoire.

Pour notre cas les feuilles étaient observées à l'aide d'une loupe frontale et nous procédions au comptage des acariens verts.

Tous les échantillons devraient porter les indications mentionnées présentées à l'annexe III.

Les informations sont soigneusement inscrites sur une fiche d'observation à l'aide d'un crayon (voir annexe II)

Après avoir compté les acariens sur feuilles, les dégâts foliaires sont évalués selon l'échelle de notation décrite par YANINEK et al (1990)

À l'aide d'une loupe frontale, on note la présence ou l'absence des phytoseïdes qui se trouvaient dans les apex sur une grande échelle

Notons que les apex étaient directement conservés dans une solution d'alcool éthylique à 70% après leur prélèvement sur le plant

2°) Analyse au laboratoire

Arrivé au laboratoire, il a été procédé au comptage des populations de phytoseïdes qui se trouvaient dans les apex

L'apex qui se trouvait dans les tubes était versé avec de l'alcool dans une boîte de pétrie et cet apex était découpé en morceaux à l'aide des pinces et c'est sous binoculaire qu'il était procédé au comptage des phytoseïdes

Signalons que le comptage des phytoseïdes se faisait suivant le protocole décrit par YANINEK et al (1990)

L'identification des spécimens a été faite en utilisant le manuel de l'acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) en Afrique (YANINEK et al 1990)

III 2 1 3 Traitement des données

Les données brutes contenues dans les fiches d'observation (Annexe III) ont été encodées dans l'Excel

Les différentes moyennes calculées sont notamment la moyenne calculée sur 30 plants des acariens verts, la moyenne calculée sur 30 plants des dégâts foliaires et la moyenne calculée sur 30 plants des phytoseïdes

D'une part, on a établi une figure – synthèse qui met en relation les populations de l'acarien vert et de leurs dégâts foliaires pour montrer l'évolution des populations de l'acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) et de leurs dégâts foliaires en fonction des mois

Les moyennes en acariens verts et en dégâts foliaires ont été portées en ordonnées et les mois en abscisses

D'autre part, on a établi une figure – synthèse qui met en relation la population de l'acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) au niveau de la première

feuille la plus developpee (au niveau de l apex) et des phytoseudes (*Typhlodromalus aripo*) au niveau de l apex en fonction des mois

Les moyennes en acariens verts et en phytoseudes ont ete portees en ordonnees et les mois en abscisses

III 3 Resultats et discussions

III 3 1 Evolution temporaire des populations de l'acarier vert et des degats foliaires

La figure n 5 presente une evolution entre le nombre moyen de l acarier vert et celui des degats foliaires

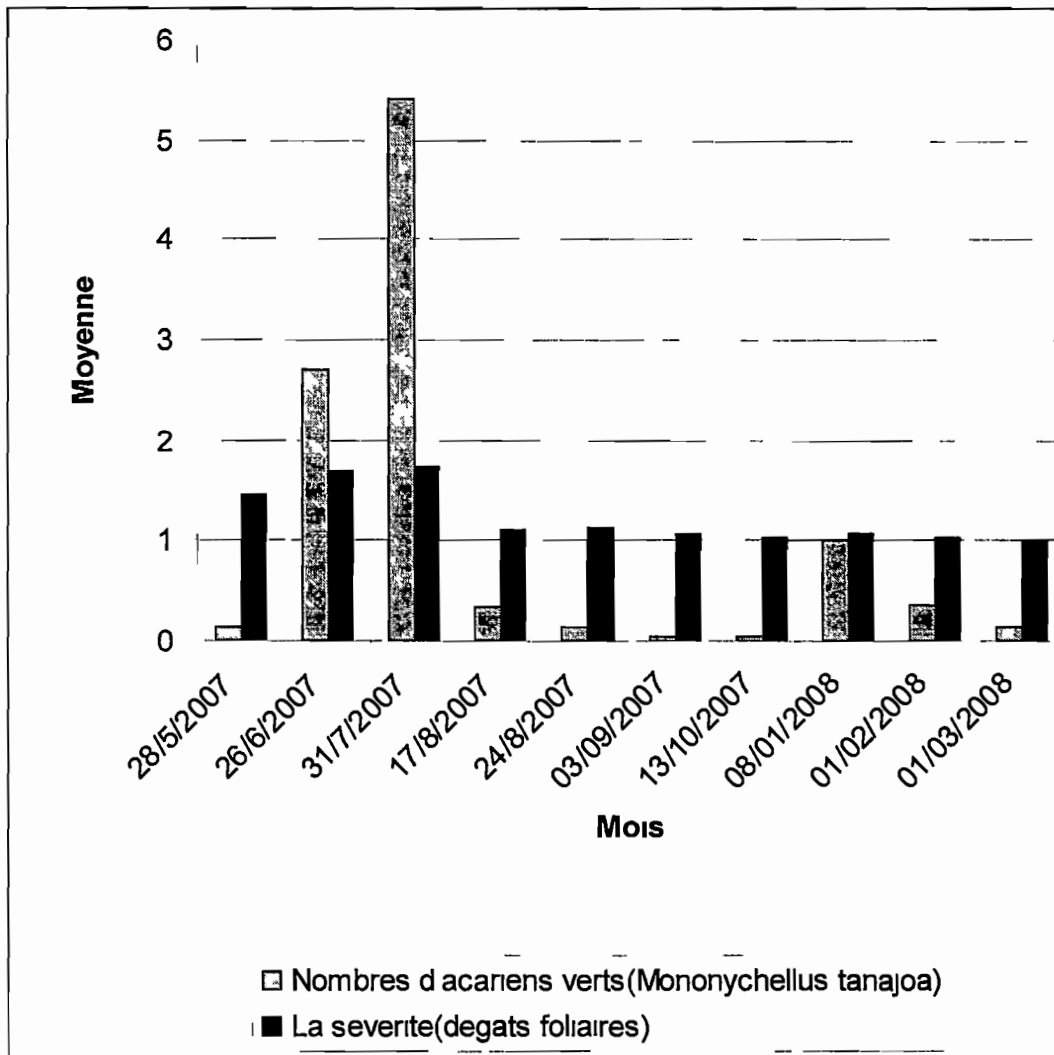


Figure n 5 Evolution des populations de l acarier vert (*Mononychellus tanajoa*) et de leurs degats sur feuilles de manioc de la variete douce MM96/0287 pour une periode allant de mai (2007) a mars (2008)

Au mois de Mai plus le nombre d acariens verts diminue plus les degats foliaires diminuent comparativement au mois de juin selon la fiche d observation La diminution progressive des pluies au mois de Mai induit ou provoque une pullulation des ravageurs et par consequent les degats foliaires vont s intensifier

Au mois de Juin plus le nombre d acariens vert augmente plus les degats foliaires augmentent Ces ravageurs commencent a augmenter au mois de juin par le fait que pendant cette periode les acariens ravageurs vont remonter en nombre a cause de la diminution de pluie

Remarquons que le mois de juin correspond a la saison seche une periode durant laquelle les populations de l acarien vert sont plus abondantes en saison seche qu en saison de pluies Par contre pendant la saison des pluies les populations d acariens verts ou acariens ravageurs commencent a diminuer a cause des fortes pluies et regulieres qui ont provoque leur lessivage En mai les pluies diminuent et par consequent les acariens ravageurs vont remonter intensivement en nombre au mois de juin (le nombre d acarien vert moyen par feuille = 2 7)

Nous remarquons que les acariens verts se multiplient tres rapidement en saison seche La periode de secheresse est donc une periode favorable au developpement des acariens phyllophages

Remarquons que le mois de juillet correspond a la grande saison seche periode durant laquelle les populations de l acarien vert vont remonter intensivement en nombre tres eleve comparativement au mois de juin (Nombre d individus moyen par feuille = 5 4)

Paradoxalement parlant le mois d aout correspond a la grande saison seche par contre les populations d acariens verts commencent a diminuer a cause des pluies qui ont provoque leur lessivage

Au mois d aout plus le nombre d acariens verts diminue plus les degats foliaires diminuent (nombre d individus moyen par feuille = 0 33 et 0 13)

Au mois de septembre une periode durant laquelle il y a debut de reprise de pluie le nombre d acariens verts a diminue progressivement et par consequent les degats foliaires diminuent comparativement au mois d aout (nombre d individus moyen par feuille =0 033)

Remarquons que le mois de septembre correspond a la saison des pluies une periode durant laquelle les populations de l acarien vert ont diminue a cause des fortes pluies intenses et regulieres qui ont provoque leur lessivage

Signalons egalement que ce meme phenomene s observe au mois d octobre (nombre d individus moyen par feuille =0 033)

Au mois de septembre et octobre plus le nombre d acariens verts diminue plus les degats foliaires diminuent egalement a cause de l augmentation des pluies

Au mois de janvier une periode correspondant a la petite saison seche les acariens verts vont remonter en nombre a cause de la diminution de pluie
En janvier plus le nombre d acariens verts augmente plus les degats foliaires augmentent comparativement au mois de fevrier (nombre d individus moyen par feuille =1)

Au mois de fevrier les pluies augmentent progressivement et par consequent les acariens ravageurs diminuent en nombre et les degats foliaires diminuent egalement (nombre d individus moyen par feuille =0 36)

Au mois de mars il y a une augmentation remarquable des pluies et par consequent le nombre d acariens verts diminue progressivement comparativement au mois de fevrier

Le mois de mars correspond a la grande saison pluvieuse periode durant laquelle les populations de l acarien vert diminuent de façon progressive et remarquable et par consequent les degats foliaires diminuent egalement comparativement au mois de fevrier

En mars plus le nombre d acariens verts diminue plus les degats foliaires diminuent (nombre d individus moyen par feuille = 0 1)

Nous remarquons que les acariens verts se multiplient tres lentement en saison pluvieuse

La periode pluvieuse est donc une periode defavorable au developpement des acariens phyllophages

Discussions

Des travaux similaires realises par KAMUGISHA (1997) ont prouve que l evolution des populations de l acarien vert varie selon les facteurs climatiques

Nos resultats sont conformes a ceux obtenus par cet auteur

En effet nous observons une densite elevee de la population d acariens verts pendant la saison seche et une faible densite de la population d acariens verts pendant la saison pluvieuse sous l effet des lessivages repetes (ZANNOU 1990 NDAYIRAGIJE 1992)

III 3 2 Evolution temporaire des populations de l'acarien vert et des phytoseides

La figure n° 6 presente une evolution entre le nombre moyen d acariens verts et celui des phytoseides

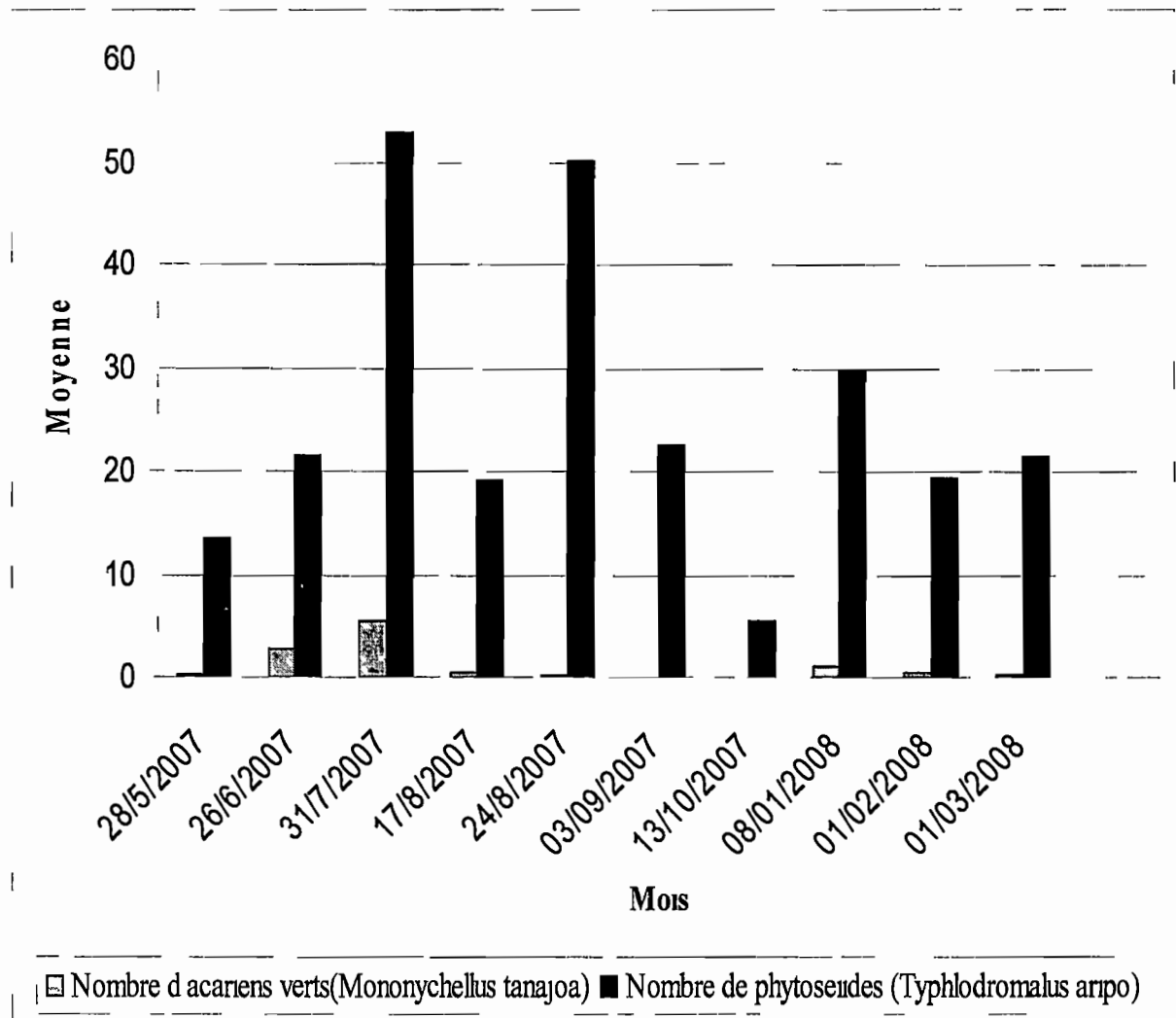


Figure n 6 Evolution des populations de l'acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) au niveau de la premiere feuille la plus developpee (au niveau de l'apex) et des phytoseides (*Typhlodromalus aripo*) au niveau de l'apex pour une periode allant de mai (2007) a mars (2008)

Au mois de mai les populations de phytoseïdes ont pu réguler efficacement les populations d'acariens verts parce qu'ils sont très nombreux et ils ont régulé efficacement les acariens ravageurs et par conséquent il y a baisse ou chute de ces acariens verts ravageurs

Au mois de juin la densité des acariens verts monte progressivement en nombre les populations des phytoseïdes suivent le même mouvement car le mois de juin correspond à la saison sèche période durant laquelle il y a diminution progressive des pluies

Ce qui est logiquement compréhensible car les acariens verts étant des proies des phytoseïdes ces derniers vont augmenter eux aussi en nombre puisqu'il y a suffisamment de proies et cela s'observe au mois de juillet

Au mois de juillet période correspondant à la grande saison sèche les acariens ravageurs vont remonter intensivement en nombre très élevé par rapport au mois de juin et les populations de phytoseïdes suivent le même mouvement comme dans le cas précédent du mois de juin

Plus le nombre d'acariens verts augmente suffisamment plus le nombre de phytoseïdes augmente abondamment

Au mois d'août la densité des populations d'acariens verts diminue les populations des phytoseïdes diminuent également

Ce qui est logiquement raisonnable car les acariens verts étant des proies des phytoseïdes ces derniers diminuent eux aussi puisqu'il y a la rareté ou peu de proies. Cela étant dû aux pluies qui ont lessivé la population de l'acarien vert et celle des phytoseïdes comparativement au mois de juillet et à l'absence des substrats rencontrés chez les jeunes feuilles qui ont subi la chute pendant la saison sèche

Au mois de septembre il y a une diminution progressive des acariens verts et de la population de phytoseïdes suite aux lessivages répétés des pluies intenses correspondant au début de la reprise des pluies de ce mois de septembre

Ce même phénomène s'observe également au mois d'octobre période durant laquelle les pluies intenses fortes et régulières ont lessivé les populations d'acariens verts et celles des phytoseïdes

Au mois de janvier période correspondant à la petite saison sèche nous remarquons que la densité des acariens verts monte et les populations des phytoseïdes suivent le même mouvement

Comparativement au mois de janvier nous remarquons que le nombre d'acariens verts et des phytoseïdes diminuent progressivement aux mois de février et mars à cause des pluies intenses qui ont provoqué leur lessivage

Remarquons que la période pluvieuse est donc une période défavorable à la pullulation des acariens phyllophages

En conclusion nous pouvons confirmer que les phytoseïdes ont pu réguler efficacement les populations d'acariens verts pendant la saison sèche période favorable à la multiplication des acariens phyllophages
Les phytoseïdes seront donc recommandés pour une méthode de lutte biologique efficace contre les acariens ravageurs du manioc

Nous remarquons que pour lutter contre les acariens verts la lutte biologique est la mieux indiquée et la plus préférée
En analysant les résultats en effet nous remarquons que la population d'acariens verts diminue quand la population d'acariens phytoseïdes augmente (predateurs) et durant la saison pluvieuse (septembre octobre) il y a une diminution remarquable de la population d'acariens verts à cause des pluies fortes régulières et intenses qui ont lessivé la population d'acariens verts

Durant la grande saison sèche (juillet) et la saison sèche (juin) il y a une augmentation remarquable de la population d'acariens verts période favorable à la pullulation d'acariens phyllophages
La population d'acariens verts augmente au mois de juin et intensivement au mois de juillet suite à la diminution des pluies au mois de juin et à l'arrêt de pluie au mois de juillet et diminue au mois de septembre et octobre par rapport au mois de juin et juillet avec l'apparition des phytoseïdes (*Typhlodromalus aripo*)

Discussions

Des travaux similaires réalisés par KAMUGISHA (1997) ont révélé que quand la densité des acariens verts monte les populations des phytoseïdes suivent le même mouvement. Ce qui est logique car les acariens verts étant des proies des phytoseïdes ces derniers vont augmenter eux aussi puisqu'il y a suffisamment des proies et cela s'observe souvent pendant la saison sèche

Ainsi le phénomène inverse s'observe quand les acariens ravageurs diminuent à cause des pluies et de manque de substrats chez les jeunes feuilles et par conséquent les phytoseïdes diminuent eux aussi par manque de proies

En effet avec l'introduction des phytoseïdes (*Typhlodromalus aripo*) nous pouvons confirmer que ceux-ci ont pu réguler efficacement les populations d'acariens verts pendant la saison sèche quand les phytoseïdes sont très nombreux et ils disposent d'une grande spécificité à leurs proies (acariens verts)

CHAPITRE IV CONCLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

IV 1 Conclusion generale

L'acariose du manioc dont l'agent causal est *Mononychellus tanajoa* par l'étendue des surfaces qu'elle affecte et par l'importance des pertes qu'elle induit est chaque année l'un des facteurs essentiels limitant la production du manioc.

Depuis son apparition en Afrique en 1971 et en particulier au Burundi en 1974 cet acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) est responsable des chutes de rendement élevées à la culture du manioc au Burundi allant de 30 à 80%.

Le manioc, plante amylocéenne très cultivée en Afrique tropicale tant pour la consommation de ses racines tubéreuses que ses jeunes pousses et feuilles. Pour cette raison le manioc entre pour une large part dans l'alimentation quotidienne d'une grande partie de la population en voie de développement. Il constitue également pour cette population une sécurité alimentaire car il est récolté au fur et à mesure que les besoins se font sentir. Il reste ainsi disponible toute l'année car il est à la fois une plante annuelle et bisannuelle.

Bien que cette culture présente une grande faculté d'adaptation, les dégâts causés par plusieurs ravageurs constituent une contrainte qui limite sa production. Parmi ceux-ci l'acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) (BONDAR 1938) originaire de l'Amérique latine s'est propagé dans toute la zone africaine productrice de manioc.

Cette culture, malgré son importance capitale dans l'alimentation burundaise, a été longtemps négligée dans la recherche scientifique. Ainsi des efforts doivent être consentis pour lui donner une place qu'elle mérite. Vu son importance, les chercheurs mettent plus d'efforts pour sauver cette plante actuellement menacée par l'acariose du manioc au Burundi.

Ce travail a pour but de tester l'efficacité de la lutte biologique contre l'acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) par l'introduction d'acariens phytoseides résistants à l'acariose. Les résultats obtenus montrent bien qu'avec l'introduction des acariens phytoseides il y a eu une diminution remarquable du ravageur.

Au mois de septembre et octobre (début de la reprise des pluies) nous avons remarqué que la densité d'acariens verts était faible par rapport aux autres mois. Cela étant dû aux pluies intenses, fortes et régulières de ces mois.

Au mois de juin nous avons observe une pullulation des ravageurs car en ce moment les pluies commencent a diminuer et le phenomene de lessivage tend a s arreter

Pendant ce meme mois les acariens ravageurs augmentent en nombre avec l apparition des predateurs Le meme phenomene s observe au mois de juillet La densite de population des acariens verts etait elevee pendant la saison seche et tres faible pendant la saison pluvieuse sous l effet des lessivages repetes

De tout ce qui precede il serait preferable d installer les plantations de manioc au debut de la grande saison pluvieuse pour eviter une infestation precoce et une densite elevee de *Mononychellus tanajoa* pendant la saison seche La lutte contre l acarien vert du manioc par introduction des phytoseides s est averee possible et s est revelee efficace

A priori des methodes de lutte adequates etant deja engagees contre ces ravageurs seule la lutte contre *Mononychellus tanajoa* a fait objet de notre etude Plusieurs methodes de lutte contre ce ravageur telles que la lutte chimique culturale et varietale ont ete testees Mais ces methodes s etaient revelees impuissantes et insuffisantes ou inefficaces

Ainsi dans le souci de mettre a la disposition des agriculteurs une methode de lutte efficace permanente et economique contre ce ravageur l institut de sciences agronomiques du Burundi (ISABU) a initie un programme de lutte biologique dont le candidat potentiel de cette lutte est *Typhlodromalus aripo*

En effet cette lutte biologique est non polluante pour les autres especes animales et vegetales C est une lutte economique durable et permanente Par contre la lutte chimique contre *Mononychellus tanajoa* s est revelee inefficace car elle est polluante c est a dire qu elle cree une pollution de l environnement a savoir celle de l ecosysteme de l agrosysteme Cela etant deja demontre sur le continent africain (A G C D C T A 1987)

IV 2 Recommandations

Notre travail a permis de proposer deux alternatives de lutte efficaces a savoir la lutte biologique et la resistance varietale d une part et la lutte integree d autre part Nous ne pouvons pas pretendre avoir epuise tout le sujet Nous pensons que les recherches a ce sujet vont continuer et devraient se faire selon les orientations suivantes

Les chercheurs devraient mettre en place un système de lutte efficace contre *Mononychellus tanajoa* dans le cadre de la lutte biologique contre ce ravageur en préconisant également une lutte intégrée comportant la résistance variétale, les meilleures dates de plantations et le système cultural efficaces. Pour atteindre cet objectif, il faut

Que les lâchers (phytoseïdes) soient faits au début ou pendant la saison sèche et au début de la saison pluvieuse au moment où les champs sont infestés

Que l'ISABU poursuive les lâchers de *Typhlodromalus aripo* à cause de sa faculté à mieux s'adapter à notre agrosystème et à notre écosystème au Burundi

Que l'installation des champs du manioc soit faite au début de la grande saison pluvieuse pour éviter une infestation précoce et une densité élevée de *Mononychellus tanajoa* pendant la saison sèche

Que la multiplication des ennemis naturels (*Typhlodromalus aripo*) de l'acarien vert soit permanente et intensifier les lâchers (*Typhlodromalus aripo*) dans toutes les régions productrices du manioc au BURUNDI

Pour mieux maîtriser la lutte biologique contre *Mononychellus tanajoa*, nous conseillons que des études soient menées sur

L'étude des facteurs entraînant la dispersion des phytoseïdes introduits pour que plus tard l'établissement de ces prédateurs soit efficace

Étudier l'influence des pratiques culturales sur l'ensemble des phytoseïdes – acariens verts

Étudier l'interaction entre le manioc, l'acarien vert, les phytoseïdes introduits pour mieux cerner l'adaptation de ces prédateurs et celle du ravageur

Les chercheurs devraient privilégier la lutte culturale compte tenu des moyens financiers et techniques accessibles aux agriculteurs dans notre pays

Que l'ISABU puisse former au préalable les chercheurs, les vulgarisateurs et les agriculteurs pour qu'ils puissent réaliser un programme de lutte biologique efficace contre ce ravageur du manioc dont l'agent responsable de l'acariose est l'acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*)

Que l'ISABU puisse chercher et identifier les agents de lutte biologique (les prédateurs efficaces) qui vont réguler efficacement les autres ravageurs du manioc notamment *Bemisia tabaci* *Zonocerus variegatus* *Ferrisia virgata* *Phenacoccus madeirensis* qui continuent à ravager la culture du manioc au BURUNDI

Que le Gouvernement burundais puisse appuyer financièrement l'ISABU afin que ce dernier puisse réaliser un programme de lutte biologique efficace

Que les organismes internationaux à savoir les bailleurs de fonds du programme de lutte biologique de l'IITA qui comprend le Fonds International pour le Développement Agricole (FIDA) l'office allemand pour la coopération technique (GTZ) l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) puisse continuer à contribuer financièrement l'ISABU dans le but de juguler définitivement l'acariose du manioc au BURUNDI

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 AUTRIQUE A 1975 Apparition d'une acariose du manioc au Burundi ISABU BUJUMBURA 4 p
- 2 AUTRIQUE A et PERREAUX D D 1989 Maladies et ravageurs des cultures de la région des grands lacs d'Afrique Centrale AGCD n 24 BRUXELLES 232 p
- 3 BAERT T G 1991 Phytotechnie I Université du Burundi FACAGRO Département des productions végétales unité de phytotechnie et Fertilisation notes de cours premier Ingénieur Bujumbura 199 p
- 4 BARAMPAMA A 1992 Le manioc en Afrique de l'Est Role et perspectives dans le développement agricole karthala et IUED 287p
- 5 BICHON L 1981 Le manioc « Développement et la santé » article n 5
In site source [http // documentation ledamed org/IMG/html/doc_10011.html](http://documentation.ledamed.org/IMG/html/doc_10011.html)
- 6 BIZINDAVYI A 2002 Etude de la qualité microbiologique de la farine de manioc vendue au marché centrale de Bujumbura Université du BURUNDI Faculté des Sciences Mémoire présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du grade de licence en sciences biologiques Bujumbura 57p
- 7 BOCCAS B 1987 Le manioc plante vivrière de première importance dans le monde tropical le courrier ACP CEE n 101 janvier février 1987 PARIS 72 p
- 8 BYRNE D H GUERRERO J M BELLOTTI A C and GRACEN V E 1982 Yield and plant growth responses of *Mononychellus* mite resistant and susceptible cassava cultivars under protected v s infested condition *In crop sciences* 22 486 490
- 9 BYRNE et al 1983 The cassava mites *In Tropical pest Management* 29(4) 378 394

- 10 C T A A G C D 1987 Seminaire sur les maladies et les ravageurs des principales cultures vivrieres d Afrique Centrale BRUXELLES BELGIQUE 554p
- 11 DELANGE F ITEKE F B ERMANS A M 1982 Nutritional factors involved in the goitrogenic action of cassava Inst Develop Res Centre Monogr IDRC 184 OTTAWA CANADA 450 pages
- 12 ERMANS A M MBULAMAKON M DELANGE F AHLUWALIA R 1980 Role of cassava in the etiology of endemic goitre and cretinism Inst Develop Centre Monogr IDRC 136 OTTAWA CANADA 530 pages
- 13 FAO 1990 Utilisation des aliments tropicaux racines et tubercules ROME 64 p
- 14 GANTA BOKONON GANTA 1985 Etude sur quelques aspects de la biologie d *Epidinocarsis (Apoanagyrus) lopezi* (De santis) (hymenoptere Encyrtidae) un parasite primaire exotique de la cochenille farineuse du manioc *Phenacoccus manihoti* (mat ferr) (homoptera pseudococcidae) These pour l obtention du diplome d Ingenieur agronome Option production vegetale Universite nationale du Benin Faculte des Sciences Agronomiques 95p
- 15 GLASS J K 1988 Biological control of cassava pests in Africa IITA – Ibadan Nigeria CGIAR Annual report Reprint A 1987 1988
- 16 GRACE M R 1978 Traitement du manioc Organisation des Nations Unies pour l Alimentation et l Agriculture FAO Rome 136p
- 17 HAGEN D K BOMBOSH S and MC MURTRY J A 1976 The biology and impact of predators In the theory and practice of biological control HUFFAKER C B and P S Messenger(eds) 93 142
- 18 HAHN S K 1978 IITA S role in tropical agriculture with special reference to program national manioc Zaire Nwanze

K F and LEUSCHNER K (eds) PROCEEDINGS OF AN INTERNATIONAL WORKSHOP INERON MVUAZI Zaire 26 29 june 1977 3 6

- 19 HERREN H R 1980 Biological control for cassava Mealybug IITA IBADAN NIGERIA Annual report for 1980 57 59
- 20 I I T A 1989 Comprendre la lutte biologique Programme de lutte biologique COTONOU BENIN 4p
- 21 I I T A 1990 Lutte biologique contre la cochenille et les acariens verts du manioc en Afrique Serie Bulletin d information n 16 COTONOU BENIN 25p
- 22 I I T A 1990 Qu est ce que la lutte biologique ?
Projet de lutte biologique pour l Afrique IBADAN Nigeria 4p
- 23 I I T A 1990 Le manioc en Afrique tropicale un manuel de reference Ibadan Nigeria 190 p
- 24 JONES W O 1959 Manioc in Africa Stanford University Press Stanford California 315p
- 25 KAMUGISHA J M F 1997 Etude de deux composantes de la lutte integree contre l Acarien vert *Mononychellus tanajoa* (BONDAR) du manioc
La lutte biologique et la resistance varietale
Memoire presente en vue de l obtention du Grade d Ingenieur Agronome Bujumbura Universite du Burundi Faculte des Sciences Agronomiques (FACAGRO) 60 p
- 26 KIBIRITI C 1981 Evolution de l occupation des terres de l IMBO Centre Universite du Burundi FACAGRO Memoire presente en vue de l obtention du grade d Ingenieur Agronome BUJUMBURA 85p
- 27 LAVABRE E M RUSSO S T et BEINE H D 1970 Insectes nuisibles des cultures tropicales PARIS 276p
- 28 LOWE S B 1976 The effect of day lengh on shoot growth and formation of root tubers in young plants of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) Cali Colombia 62 p

- 29 LYON W F 1973 A plant feeding mite *Mononychellus tanajoa* (BONDAR) (Acarina Tetranychidae) New to the African continent threatens cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in Uganda East Africa In pest Articles and News summaries 19 36 37
- 30 LYON W F 1974 A green cassava mite recently found in Africa FAO Plant protection bull 22 11 13
- 31 MANIRAKIZA J 2003 Contribution des Etudes biochimiques et organoleptiques de certains produits a base de manioc Universite du Burundi IPA memoire presente en vue de l obtention du grade de licence en pedagogie appliquee agreee d enseignement secondaire en sciences biologiques 61 p
- 32 MC MURTRY and VAN de VRIIE 1970 Ecology and tetranychid mites and their naturel enemies review I Tetranychid ennemies their biological characters and the impact of spray practices Hilgardia 40 331 336
- 33 Memento de l Agronome 1991 4^m edition collection Technique rurale en Afrique Ministere de cooperation et du developpement de la Republique Française PARIS 1635 p
- 34 Memento de l Agronome 2002 Ministere des affaires etrangeres CIRAD GRET PARIS 1691 p
- 35 MUCHNIR J et VINCK D 1984 La transformation du manioc technologies autochtones Agence de Cooperation culturelle et technique Conseil International de la langue française PARIS 172 p
- 36 MUSUKU A 1995 Mycotoxicologie du manioc fermente consomme au Burundi Identification Qualification Etude neurologique des mycotoxines thermorgenique isolees antwerp universiteit antwerp departement sheikunde Pagination multiple
- 37 NDAYIRAGIJE P 1992 La lutte integree contre l acarien vert (*M tanajoa* (BONDAR) du manioc (*Manihot esculenta* Crantz) au Burundi These presentee a l ecole des Etudes Superieures pour l obtention du grade de maitrise en sciences a l Universite d OTTAWA 166p

- 38 NDAYIRAGIJE P BIGIRIMANA S et BARUMBANZE P
2006 Manuel de formation sur la production et la protection
integree de la culture du manioc au Burundi ISABU
BUJUMBURA 50p
- 39 NDAYIRAGIJE P BIGIRIMANA S et BARUMBANZE P
2007 Manuel de formation sur la production et la protection
integree de la culture du manioc au Burundi ISABU
BUJUMBURA 49p
- 40 NGUNGA A 1993 La place du manioc dans l'exploitations
agricoles du Burundi cas de la Commune de GIHANGA
Universite du Burundi Faculte des Sciences Economiques et
Administratives Memoire presente en vue de l'obtention du
Grade de Licencie en sciences economiques et Administratives
Bujumbura 136 p
- 41 NSANZE J C 2006 Contribution a l'amelioration de la
composition nutritive de la farine de manioc cas de
l'INOCULATION DU NEUROSPORA CRASSA Universite du
Burundi Facultes des Sciences Memoire presente en vue de
l'obtention du grade de licencie en sciences biologiques
BUJUMBURA 62 p
- 42 NWEHE F DUNSTAN S C KLYNAM J 2002 The cassava
transformation Africa s best kept Michigan state university
press 273 p
- 43 NYIIRA Z M 1972 Report of the investigations of cassava mite
Mononychellus tanajoa (BONDAR) Kawanda Research Station
Kampala OUGANDA Unpubl report 144p
- 44 NYIIRA Z M 1982 *Mononychellus tanajoa* (BONDAR)
Implications and approach to its management In Proceedings of
the International workshop on Control of Cassava Mealybug and
Green Spiders Mites October 12-16 1981 ed o okoli T Enyinnia
M C Igbkwe S O odurukwe J E okeke and H E Okereke
National Root Crops Research Institute umudike Nigeria 47-64

- 45 NZABAMPEMA D 2004 Contribution a la determination de la teneur en Na K Ca p et Mg des differents produits a base de manioc memoire presente est defendu publiquement en vue de l obtention du grade de licence en sciences chimiques Universite du Burundi Faculte des Sciences Bujumbura 47p
- 46 ONLINE 2007 <http://www.Memoireonline.com/02/07/341/mcinetique-elimination-cyanure-manioc.html#Toc139957036>
- 47 OSUNTOKUN B O 1972 Chronic cyanide neurotoxicity and neuropathy in NIGERIAN patient food for human Nutrition vol 2 215 256
- 48 PNUD/FAO 1992 Manuel de lutte biologique Tome 1 222p
- 49 PNUD/FAO 1992 Manuel de lutte biologique Tome 2 144p
- 50 RAEMAEEKERS R H 2001 Agriculture en Afrique tropicale DGCI Bruxelles 1634 p
- 51 SAKUBU J 1990 Programme manioc – colocase journee de la recherche agronomique au Burundi ISABU 21 p
- 52 SHULKA P T 1976 Preliminary report on cassava green mite (*Mononychellus tanajoa*) (BONDAR) resistance in TANZANIA local cassava cultivars East African Agric for Journ 42 55 59
- 53 SILVESTRE P 1987 Manuel pratique de la culture du manioc Pierre SILVESTRE P sous la Direction de Rene Coste PARIS 119p
- 54 SILVESTRE P et ARRAUDEAU N 1983 Le manioc Techniques agricoles et productions tropicales G P maison neuve et Larose ACCT PARIS 262 p
- 55 SINDIWENUMWE S C 1996 Etude comparative de la composition des differents produits a base du manioc Universite du Burundi FACAGRO Memoire presente en vue de l obtention du grade d Ingenieur Agronome BUJUMBURA 67 p

- 56 THEBERGE R L 1985 Les principaux ravageurs et maladies d'Afrique Manioc Igname Patate douce et Araceae IITA IBADAN NIGERIA 108p
- 57 TESSENS E 1989 Donnees climatologiques du Burundi 1960 1987 publications n 134 fevrier 1989 ISABU BUJUMBURA 14p
- 58 TESSENS E 1993 Etude pedagogique de la region naturelle de l'IMBO publications n 169 ISABU BUJUMBURA 303 p
- 59 VANDENPUT R 1981 Les principales cultures en Afrique Centrale AGCD Bruxelles 1252 p
- 60 VINCENT C et CODERRE D 1992 La lutte biologique Quebec Canada 671 p
- 61 YANINEK J S et HERREN 1984 Lutte biologique contre les ravageurs du manioc et plus particulierement les acariniens verts Document presente a l'occasion de l'atelier regional de l'Afrique orientale et australe sur les plantes a racines et tubercules organise du 10 au 14 decembre 1984 a Kampala Ouganda 13pp
- 62 YANINEK J S et HERREN 1985 Natural Enemies of cassava Green Mites Annual report for 1984 IITA IBADAN Nigeria 138pp
- 63 YANINEK J S et HERREN 1986 CGM species dilemma In IITA Root and Tuber Improvement Program Annual Report 1985 IITA IBADAN Nigeria 56p
- 64 YANINEK J S and ANIMASHAUN A 1987 Why cassava green mites are dry season pests Proceedings of the seminar on Agrometeorology and Crop Protection in the Lowland Humid and Subhumid Tropics COTONOU BENIN 7 11 July 1986 D Rijks and Mathys (Eds) World Meteorological organisation Geneva 59 67
- 65 YANINEK J S 1989 Guide de recherche sur *Mononychellus tanajoa* en Afrique programme africain de lutte biologique IITA COTONOU BENIN 64 p

- 66 YANINEK J S G J de MORAES et MARKHAM R H 1990
Manuel de l'acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) en
Afrique IITA COTONOU BENIN 148 p
- 67 YASEEN 1975 Preliminary investigations on the biology and
ecology of the green mite *Mononychellus tanajoa* (BONDAR) in
Trinidad CIBC Technical Bulletin NO 18 85 97
- 68 ZANNOU I 1990 Etude de la biologie de population et de
l'écologie des acariens prédateurs phytoseïdes exotiques
Etablissement dispersion et efficacité contre les acariens verts du
manioc Université Nationale du Bénin
(Faculté des Sciences Agronomiques ABOMEY CALAVI)
Thèse pour l'obtention d'Ingenieur Agronome 80 p

ANNEXES

ANNEXE I

Tableau 1 Différences morphologiques entre acariens et insectes

Caractères	Acariens	Insectes
Tagmes (division du corps)	Gnathosome + Idiosome	Tête thorax et abdomen
Nombre de pattes	Larves trois paires Stades post larvaire 4 paires	Toujours 3 paires
Segmentation de la patte	Coxa trochanter femur genou tibia et tarse	Coxa trochanter femur tibia tarse
Yeux	Ocelles	Yeux composés ocelles
Antennes	Absentes	Présentes
Ailes	Absentes	Présentes

Source ISABU

ANNEXE II

Tableau 2 Fiche d observation

PROVINCE		PAYS	
COMMUNE		ASSOCIATION VARIETE	
CHERCHEUR		VARIETE	
Date et heure		VAR ECHANT	
TAILL E DU CHAMP		AGE DU CHAMP (mois)	
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La severite	Nombre de phytosendes
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

ANNEXE III

Tableau 3 Données observées ou brutes le 28/mai/2007

PROVINCE BUBANZA	PAYS BURUNDI		
COMMUNE GIHANGA	ASSOCIATION VARIETE OUI		
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel	VARIETE MM 96/0287		
DATE ET HEURE 28/5/2007 a 12h	VAR ECHANT		
TAILLE DU CHAMP 2 ha	AGE DU CHAMP (mois) 3 MOIS		
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La severite	Nombre de phytoséides
1	0	2	
2	0	2	
3	1	1	13
4	0	1	
5	0	1	
6	0	1	10
7	0	1	
8	0	2	
9	0	2	12
10	0	1	
11	0	1	
12	0	2	10
13	0	1	
14	3	2	
15	0	2	8
16	0	2	
17	0	?	
18	0	1	18
19	0	1	
20	0	1	
21	0	2	20
22	0	1	
23	0	2	
24	0	1	15
25	0	2	
26	0	2	
27	0	1	12
28	0	1	
29	0	1	
30	0	2	17
	Moyenne = $\frac{4}{30}$ = 0 13	Moyenne = 1 46	Moyenne = 13 5

Tableau 4 Données observées ou brutes le 26 juin 2007

COMMUNE GIIANGA			ASSOCIATION VARIETE
CHERCHEUR NDIKUMANA D 1			OUI
DATE ET HEURE le 26/6/2007 a 11h			VARIETE MM 96/0287
TAILLE DU CHAMP 2 ha			Douce
			VAR ECHANT
			AGE DU CHAMP (mois) 4 mois
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acarions verts	La sévérité	Nombre de phytoséniés
1	0	1	
2	0	2	
	8	2	26
4	2	2	
5	2	2	
6	0	2	14
7	0	1	
8	2	?	
9	0	1	12
10	0	2	
11	20	3	
12	14	2	35
13	1	2	
14	1	2	
15	0	2	35
16	1	1	
17	4	2	
18	0	2	18
19	2	2	
20	2	1	
21	2	2	26
22	8	2	
23	5	2	
24	0	1	10
25	0	1	
26	2	1	
27	0	1	14
28	0	2	
29	5	2	
30	0	1	25
	Moyenne = 2.7	Moyenne = 1.7	Moyenne = 21.5

Tableau 5 Données observées ou brutes le 31/juillet/2007

PROVINCE BUBANZA		PAYS BURUNDI	
COMMUNE GIHANGA		ASSOCIATION VARIETE OUI	
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel		VARIETE MM 96/0287	
DATE ET HEURE Le 31/7/2007 à 11 h		VAR ECHANT	
TAILLE DU CHAMP 2 ha		AGE DU CHAMP (mois) 5 mois	
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La severite	Nombre de phytoseudes
1	0	2	
2	4	2	
3	6	2	78
4	6	2	
5	4	2	
6	15	2	66
7	6	2	
8	20	3	
9	4	2	49
10	2	1	
11	3	2	
12	17	2	57
13	0	1	
14	8	2	
15	4	2	64
16	4	2	
17	0	1	
18	3	2	112
19	0	1	
20	10	2	
21	15	2	36
22	1	1	
23	7	2	
24	2	1	7
25	8	2	
26	5	2	
27	6	2	45
28	2	1	
29	0	1	
30	0	1	15
	Moyenne = 5 4	Moyenne= 1 73	Moyenne = 52 9

Tableau 6 Données observées ou brutes le 17/aout/2007

PROVINCE BUBANZA		PAYS BURUNDI	
COMMUNE GIHANGA		ASSOCIATION VARIETE OUI	
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel		VARIETE MM 96/0287	
DATE ET HEURE Le 17/8/2007 a 11h 30		VAR ECHANT	
TAILLE DU CHAMP 2ha		AGE DU CHAMP (mois) 6 mois	
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La severite	Nombre de phytosendes
1	0	1	9
2	1	2	12
3	0	1	33
4	0	1	10
5	0	1	21
6	0	1	17
7	2	1	22
8	0	1	6
9	1	1	16
10	2	1	17
11	0	1	12
12	0	1	13
13	0	1	20
14	0	1	19
15	0	1	11
16	0	1	23
17	0	1	13
18	0	1	14
19	0	1	21
20	0	1	15
21	0	1	34
22	0	1	28
23	0	1	18
24	0	1	27
25	1	1	24
26	0	1	44
27	0	1	20
28	0	1	23
29	1	2	19
30	2	2	15
	MOYENNE =0 33	Moyenne =1 1	Moyenne = 19 2

Tableau 7 Données observées ou brutes le 24/aout/2007

PROVINCE BUBANZA		PAYS BURUNDI	
COMMUNE GIHANGA		ASSOCIATION VARIETE OUI	
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel		VARIETE MM 96/0287 Douce	
DATE ET HEURE Le 24/8/2007 a 11h		VAR ECHANT	
TAILLE DU CHAMP 2 ha		AGE DU CHAMP (mois) 7 mois	
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La severite	Nombre de phytosendes
1	0	1	39
2	0	1	42
3	0	1	21
4	0	1	39
5	0	2	31
6	0	1	40
7	0	1	36
8	2	1	71
9	0	1	41
10	0	1	44
11	0	1	18
12	0	1	43
13	0	2	45
14	0	1	34
15	0	1	46
16	0	1	31
17	0	1	43
18	0	1	55
19	0	1	52
20	1	1	38
21	0	1	52
22	1	1	48
23	0	2	65
24	0	1	46
25	0	1	64
26	0	1	68
27	0	2	43
28	0	1	62
29	0	1	112
30	0	1	132
	Moyenne = 0 13	Moyenne= 1 13	Moyenne = $\frac{1501}{30}$ = 50 03

Tableau 8 Données observées ou brutes Le 03/septembre/2007

PROVINCE BUBANZA		PAYS BURUNDI	
COMMUNE GIHANGA		ASSOCIATION VARIETE OUI	
CHERCHFUR NDIKUMANA Daniel		VARIETE MM 96/0287 Douce	
DATE ET HEURE Le 3/9/2007 a 11h		VAR ECHANT	
TAILLE DU CHAMP 2ha		AGE DU CHAMP (mois) 8mois	
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acarions verts	La severite	Nombre de phytoseudes
1	0	1	3
2	0	2	5
3	0	1	7
4	0	1	4
5	0	1	25
6	0	1	4
7	0	1	30
8	0	1	16
9	0	1	20
10	0	1	21
11	0	1	52
12	0	1	22
13	0	1	29
14	0	1	38
15	0	1	39
16	0	1	32
17	0	1	44
18	0	1	23
19	0	1	29
20	0	1	17
21	0	1	14
22	0	1	13
23	0	1	14
24	0	1	59
25	0	1	47
26	0	1	46
27	1	2	6
28	0	1	3
29	0	1	13
30	0	1	0
	Moyenne = $\frac{1}{30} = 0,033$	Moyenne = $\frac{32}{30} = 1,06$	Moyenne = $\frac{675}{30} = 22,5$

Tableau 9 Données observées ou brutes Le 13/octobre /2007

PROVINCE BUBANZA			PAYS BURUNDI	
COMMUNE GIHANGA			ASSOCIATION	
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel			VARIETE OUI	
DATE ET HEURE Le 13/10/2007 a 10h			VARIETE MM96/0287 Douce	
TAILLE DU CHAMP 2 ha			VAR ECHANT	
		AGE DU CHAMP (mois) 9 mois		
	C GM	Acariose	T Aripo	
Plan N	Nbre d acarions verts	La severite	Nbre de phytoseiides	
1	0	1	0	
2	0	1	0	
3	0	1	0	
4	0	1	0	
5	0	1	0	
6	0	1	0	
7	0	1	8	
8	0	1	3	
10	0	1	2	
11	0	1	4	
12	0	1	11	
13	0	1	5	
14	1	2	8	
15	0	1	23	
16	0	1	7	
17	0	1	4	
18	0	1	4	
19	0	1	0	
20	0	1	0	
21	0	1	4	
22	0	1	1	
23	0	1	11	
24	0	1	40	
25	0	1	0	
26	0	1	6	
27	0	1	10	
28	0	1	15	
29	0	1	10	
30	0	1	15	
	Moyenne = $\frac{1}{30} = 0.033$	Moyenne = $\frac{31}{30} = 1.033$	Moyenne $\frac{155}{30} = 5.5$	

Tableau 10 Données observées ou brutes Le 08/ janvier / 2008

PROVINCE BUBANZA		PAYS BURUNDI	
COMMUNE GIHANGA		ASSOCIATION VARIETE OUI	
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel		VARIETE MM 96/0287 Douce	
DATE ET HEURE le 8/1/2008 a 11h 40		VAR ECHANT	
TAILLE DU CHAMP 2 ha		AGE DU CHAMP (mois) 11 mois	
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La severite	Nombre de phytoseïdes
1	0	2	14
2	1	1	11
3	0	1	25
4	0	1	18
5	2	1	63
6	0	1	175
7	0	1	26
8	2	1	35
9	3	1	15
10	3	2	21
11	0	1	30
12	0	1	26
13	1	1	38
14	0	1	33
15	1	1	29
16	0	1	27
17	0	1	25
18	1	1	41
19	0	1	17
20	0	1	33
21	1	1	18
22	0	1	3
23	2	1	10
24	0	1	33
25	3	1	20
26	6	1	37
27	4	1	25
28	0	1	17
29	0	1	7
30	0	1	21
	Moyenne = $\frac{30}{30} = 1$	Moyenne = $\frac{32}{30}$ = 1 06	Moyenne = $\frac{893}{30} = 29 76$

Tableau 11 Données observées ou brutes Le 01/ février / 2008

PROVINCE BUBANZA		PAYS BURUNDI	
COMMUNE GIHANGA		ASSOCIATION VARIETE OUI	
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel		VARIETE MM 96/0287 Douce	
DATE ET HEURE le 01/2/2008 a 11h 40		VAR ECHANT	
TAILLE DU CHAMP 2 ha		AGE DU CHAMP (mois) 12 mois	
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La severité	Nombre de phytosendes
1	5	3	17
2	0	1	21
3	0	1	09
4	0	1	15
5	0	0	03
6	1	1	04
7	0	1	02
8	0	1	03
9	0	1	04
10	0	1	05
11	0	1	02
12	0	1	12
13	0	0	19
14	1	1	14
15	0	1	21
16	0	1	06
17	0	1	10
18	0	1	05
19	2	1	14
20	0	1	11
21	0	1	05
22	0	1	17
23	0	1	16
24	1	1	07
25	0	1	14
26	0	1	04
27	0	2	05
28	0	1	20
29	1	1	10
30	0	1	17
	Moyenne = 0 36	Moyenne=1 03	Moyenne = 19 4

Tableau 12 Données observées ou brutes Le 01/ mars / 2008

PROVINCE BUBANZA		PAYS BURUNDI	
COMMUNE GIHANGA		ASSOCIATION VARIETE OUI	
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel		VARIETE M M 96/0287 Douc	
DATE ET HEURE le 1/3 /2008 à 11h 40		VAR ECHANT	
TAILLE DU CHAMP 2 ha		AGE DU CHAMP (mois) 13 mois	
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La severité	Nombre de phytoseïdes
1	0	1	36
2	3	1	22
3	0	1	8
4	0	1	17
5	0	1	28
6	0	1	16
7	0	1	9
8	0	1	29
9	0	1	13
10	0	1	11
11	0	1	15
12	0	1	16
13	0	1	21
14	0	1	23
15	0	1	40
16	0	1	31
17	0	1	39
18	1	1	22
19	0	1	13
20	0	1	34
21	0	1	24
22	0	1	23
23	0	1	22
24	0	1	7
25	0	1	15
26	0	1	11
27	0	1	29
28	0	1	10
29	0	1	27
30	0	1	41
	Moyenne = 0 13	Moyenne = 1	Moyenne = 21 4

ANNEXE IV

Tableau 13 Evolution de la production des tubercules et racines (Tonnes) de 1998 2004

Annee	Pomme de terre	Patate douce	Colocase	Igname	Manioc
1998	28 734	575 552	96 495	10 767	792 454
1999	24 393	734 172	90 099	12 762	617 484
2000	24 039	687 382	80 734	9 628	656 656
2001	27 319	780 859	84 700	9 924	712 713
2002	27 994	833 470	85 705	9 924	749 938
2003	26 338	807 940	61 136	9 912	736 012
2004	26 091	834 394	61 703	9 912	709 574

SOURCE FAO (2004)

ANNEXE V

Tableau 14 Evolution de la production vivriere au Burundi
(En milliers de Tonnes) de 1998 2004

Année	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Cereales	314	266	251	274	282	246	280
Legumineuses	291	262	224	282	278	263	253
Tubercules et Racins	1501	1497	1481	1613	1707	1545	1641
Bananes	1573	1526	1516	1546	1603	1569	1587

SOURCE FAO (2004)

ANNEXE VI

Tableau 15 Les précipitations mensuelles moyennes (mm) et le nombre de jours de pluies par mois

Station ISABU GIHANGA (IMBO SEMS ou IMBO CENTRE)

MOIS	Sept	Oct	Nov	Dec	Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Pr cipitations Moyennes (mm)	40 5	60 1	110 1	95 6	104 8	89 7	95 0	115 4	63 6	18 7	5 2	20 5
Nombre de Jours de Plus Par mois	8 8	12 8	18 4	18 4	15 7	14 0	16 3	19 3	10 9	2 7	0 7	2 9

Source ISABU (1989)