UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

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

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI
INSTITUT DE PEDADOGIE 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 licencie 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 agreable devoir de remercier toutes les personnes qui ont contribue a son elaboration
Nos remerciements s adressent d abord a Monsieur Pascal NDAYIRAGIJE Directeur des productions et chef du programme defense des vegetaux Promoteur et Directeur de ce memoire pour nous avoir guide dans nos premiers pas de recherche Ses conseils judicieux sa rigueur scientifique son sens de comprehension ses pertinentes remarques et recommandations nous ont ete d un concours inestimable

Nos sinceres remerciements s adressent egalement a l endroit de Monsieur Firmin NTIMPIRANGEZA Chef de Departement de Biologie et Professeur a l Institut de Pedagogie Appliquee de l universite du BURUNDI pour avoir accepte volontairement de co diriger ce travail malgre ses multiples occupations

A tous les professeurs de l IPA (Departement de Biologie et Chimie) et ceux de la Faculte des Sciences (Departement de Biologie) pour la formation tant morale qu intellectuelle qu ils nous ont gratifiee

A tout le personnel du laboratoire d analyse de l ISABU pour son entiere disponibilite qui de pres ou de loin a contribue a la realisation technique de ce travail nous disons merci

Nos remerciements sont egalement adresses au personnel de la Bibliotheque de l ISABU et celui de la FAO pour avoir mis a notre disposition toute la documentation disponible nous disons merci

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

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

Enfin a vous tous qui de pres ou de loin par votre soutient moral ou materiel ont appuye 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 acarien 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 acarien 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 acarien vert

Connaitre l importance de phytoseiides (*Typhlodromalus aripo*) en tant qu agents de lutte biologique contre le ravageur (Acarien 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 acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) car les phytoseiides (*Typhlodromalus aripo*) regulent efficacement les populations de l acarien 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 Mosaique 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 *Mononychellus tanajoa* 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 bio chimiques 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 bio chimiques 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 ii
Resume du travail iii
Liste des sigles et abreviations iv
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 (*Mononychellus tanajoa)* 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 phytoseiides 28

II 3 1 Biologie des phytoseiides 28

II 3 2 Ecologie des phytoseiides 32

II 3 3 Importance des phytoseiides 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 phytoseiides 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 (RAEMAEKERS 2001)

En Afrique sa culture n aurait progresse que lentement et ne serait reellement developpee qu a la fin du 19ème 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 mais en Afrique tropicale (GLASS 1988) et s est directement adapte aux systemes culturaux 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 jumelees C est sur buttes sur billons ou a plat que se fait la plantation (BAERT 1991) La meilleure methode de plantation se fait par buttes ou billons par rapport au sol

Les dates de plantation peuvent etre etalees sur toute l annee mais les plantations les plus importantes sont celles de septembre octobre (debut de la reprise des pluies) (SAKUBU 1990)

Le systeme de monoculture predomine en general mais on trouve des associations culturales comme manioc banane manioc –patate douce manioc mais manioc haricot etc Toutefois il est regrettable que ces associations culturales ne reposent sur aucune etude prealable tout se fait au hasard (NDAYIRAGIJE 1992)

La recolte peut debuter a partir du neuvieme ou douzieme mois apres les plantations pour la variete dite precoce tant amere que douces alors qu il faut attendre au moins quinze a dix huit mois pour les varietes dites tardives
C est une plante qui est a la fois annuelle ou bisannuelle Le seul entretien consiste en quelques sarclages au debut de la vegetation

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 des sols marginaux Ainsi les superficies emblavees sont passees de 58 000ha a 84 000ha entre 1993 a 2002 (NDAYIRAGIJE et al 2006)

La production et l extension des superficies de manioc sont cependant entravees par les maladies et ravageurs qui s attaquent a la culture notamment la mosaique du manioc la bacteriose du manioc la cochenille farineuse du manioc et les problemes de ravageurs parmi lesquels nous avons la mouche blanche (*Bemisia tabaci*) et l acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) qui sont les deux ravageurs les plus importants de cette culture observes au Burundi
Parmi ces deux ravageurs seul l acarien vert du manioc fait objet de notre etude experimentale dans le domaine des methodes de lutte et retient de ce fait notre attention

L acarien 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 mosaique du manioc peut etre eradiquee par l utilisation du materiel de plantation sain et l usage d une variete resistante la cochenille farineuse du

manıoc est efficacement regulee par son ennemı naturel « *Epıdınocarsıs lopezı* » quant a l acarıose le probleme est en traın d etre resolu progressıvement avec un grand succes Quoı que la lutte bıologıque aıt deja lance et connaıt un succes relatıf un travaıl complementaire doıt etre faıt pour juguler completement le ravageur du manıoc (*Mononychellus tanajoa*)

Notre sujet a aınsı ete choısı pour etudıer l evolutıon de ce ravageur afin de pouvoır proposer une strategıe de lutte plus efficace contre cet acarıen vert quı cause l acarıose C est dans ce cadre que se sıtue notre etude quı se fixe comme objectıfs de

Evaluer l ımpact des Phytoseıides sur les populatıons de l acarıen vert (*Mononychellus tanajoa*)

Expliquer comment les acarıens verts se multıplıent et se repandent dans les champs de manıoc

Identıfier et determıner le role des ennemıs naturels (Phytoseıide*s*) des ravageurs du manıoc

Identıfier les ravageurs du manıoc leur symptomatologıe et une methode de lutte efficace

Evaluer l ampleur de l acarıose selon les saısons (saıson seche et pluvıeuse)

Cette etude se dıvise en 2 partıes

Dans la partıe theorıque nous allons voır l etude botanıque bıologıque et ecologıque du manıoc et de ses prıncıpaux ravageurs et de leurs ennemıs naturels et dans la partıe experımentale nous allons voır la methodologıe suıvıe dans la conduıte experımentale l analyse des resultats obtenus la conclusıon generale et les recommandatıons

CHAPITRE II SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

II 1 LE MANIOC

II 1 1 Origine et distribution geographique du manioc

Le manioc est originaire de l Amerique du sud et du Mexique (VANDENPUT 1981) plus precisement au Nord de l Amerique du Sud (RAEMAEKERS et al 2001)

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

D apres le memento de l Agronome (2002) le genre Manihot originaire d Amerique du sud comprend plusieurs especes parmi lesquelles on peut citer notamment *Manihot glaziovii* (Ceara) plante a caoutchouc et surtout *Manihot esculenta* Crantz plante vivriere importante en zone tropicale humide par sa productivite et par sa resistance a la secheresse Son aire de culture s etend meme a la zone tropicale seche etant donne sa grande rusticite Sa plasticite etend ses possibilites de culture a des regions relativement seches

Le Centre d origine du manioc se situe dans le Nord est du Bresil tandis que les sites d Amerique centrale et du Bresil ne sont que des Centres secondaires de diversification (BARAMPAMA 1992)
Sa diffusion a partir du continent americain s est faite en Afrique des le XVI ^{m} siecle par les navigateurs portugais Il s est rapidement repandu principalement dans l ouest et le Centre africain (VANDENPUT 1981) puis elle a gagne l Asie et enfin l Australie a la fin du XIX^{ème} siecle L Afrique peut etre consideree comme un Centre secondaire de diversification (Memento de l Agronome 2002)

II 1 2 Description botanique

Le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) plante vasculaire fait partie du regne vegetal de l Embranchement des Phanerogames Angiospermes de la classe de Dicotyledones de l ordre des Euphorbiales et de la famille des Euphorbiacees

Le manioc appartient au genre *Manihot* et a l espece esculenta (Memento de l Agronome 1991)

Le manioc plante perenne est un arbrisseau de 4 a 5 m de hauteur a tige ramifiant par trichotomie et les ports peuvent etre en boules rampants etales dresses erige ou cylindriques (Memento 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 differencient 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

temperatures inferieures a 10 c la croissance est arretee et elle est ralentie a 40 C (SILVESTRE et al 1983)

Le manioc plante heliophile est considere d une façon generale comme une plante tolerante a la secheresse et est donc souvent cultivee dans des regions a faible pluviometrie Une pluviometrie moyenne comprise entre 1000 et 2000 mm est generalement satisfaisante (SILVESTRE et al 1983)

Toutefois il est possible de developper des cultures de manioc sous des climats arides aux precipitations reduites pouvant atteindre 500mm reparties sur 4 mois Le manioc supporte des types de sols extremement varies alluvionnaires recents ferralitiques ou tourbeux sablo argileux profonds meubles et bien draines (BARAMPAMA 1992) Il supporte mal les sols hydromophes Il ne supporte pas egalement le gel et les sols asphyxiants

Les pH acides jusqu a pH = 4 ou neutres a legerement alcalins jusqu a pH =7 5 sont bien toleres L optimum parait se situer a pH = 5 5 (SILVESTRE et al 1983)

En general le manioc s accommode a des types de sol tres varies Les meilleurs resultats proviennent des sols meubles legers 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 a bonne reserve en eau de texture sablo limoneuse ou argilo – sablonneuse a structure stable et qui n entravent pas le developpement des tubercules

Les sols tres riches sont favorables au developpement des tiges et des feuilles au detriment de celui des racines Ils sont donc a deconseiller Quant aux sols pauvres le manioc y donne des rendements beaucoup plus interessants 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 temperatures de 25 a 27 C que l on peut s attendre aux productions les plus elevees

Le manioc est une plante heliophile il est considere comme une plante de jours courts En general les experiences de LOWE (1976) montrent que la croissance des tubercules est favorisee par des jours courts En jours longs le developpement aerien est favorise au detriment du developpement racinaire

Le tableau 1 presente l influence du photoperiodisme 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 composes ne sont pas representes au meme degre

Le tableau 2 presente les composes 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 meme pour ses feuilles comme le montre le tableau 2

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

Composes Produits	Eau	Matiere seche	Acide cyanhydrique (HCN)	Vitamines	Proteines
Tubercules de manioc frais (1kg)	65 70	31 9	0 0002 0 003	0 02	1

Source MUCHNIK et al 1984

Cette teneur elevee en eau constitue non seulement un obstacle majeur pour une conservation de longue duree dans la region a temperature et humidite elevees mais aussi elle ne permet pas une forte teneur de matiere seche qui pourtant constitue l element alimentaire le plus important de cette denree

En effet la matiere seche ne represente que 31 9% du poids du tubercule frais alors qu elle est a 90% constituee des hydrates de carbones qui font du manioc un aliment hautement energetique La teneur en vitamine dans le tubercule du manioc est presque insignifiante sauf pour la vitamine c (Acide ascorbique) qui est representee a hauteur de 20 mg pour 100 g de racine pelee

En effet les proteines y sont representees dans des proportions considerables Elles constituent en definitive un complement nutritionnel interessant pour le consommateur de la racine et de ses sous produits

Des etudes deja faites sur ce tubercule montrent qu il contient un acide toxique appele acide cyanhydrique (HCN) dont la teneur varie avec la variete les conditions culturales (OSUNTOKUN 1972 ERMANS et al 1980 DELANGE et al 1982 cites par MUCHNIK 1984)

La teneur elevee de cet acide dans les varietes « ameres »du manioc a fait que sa consommation en frais soit mortellement dangereuse Ce type de consommation exige donc une detoxication prealable Plusieurs procedes indigenes existent a cet effet c est notamment la fermentation le trempage le rapage

Malgre que le manioc soit une denree tres anciennement consommee et dont on estime que la technologie alimentaire est interiorisee en particulier par les populations rurales les accidents resultant de la mauvaise detoxication ne sont pas tres 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 matieres amylacees (33 6%) de la cellulose (2 6%) des proteines (1 2%) de matieres grasses (0 4%) et 1 2% de matieres minerales D un kg de racines fraiches de manioc on peut extraire 29 a 33% de farine ou 20 a 25% de fecule (RAEMAEKERS et al 2001)

Par contre les feuilles du manioc plus riches en proteines et en vitamines constituent un excellent complement des racines d ou elles sont tres consommees dans les pays ou les tubercules constituent un aliment de base

Le tableau 3 presente les composants en pourcentage en certains elements bio chimiques entre le manioc amer le manioc doux et les feuilles de manioc

Tableau 3 Comparaison de la composition en certains elements bio chimiques 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 pele	Pele	Non pele	pele	
Matiere seche	32 9	28 5	31 9	29 5	15
Proteines 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% Proteines 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 a peine 1% de proteines et beaucoup d amidon On y trouve de HCN plus dans les tubercules que dans les feuilles Cet acide peut provoquer le goitre lie a la carence en Iode

Afin de l eliminer les tubercules doivent etre bien rouis ou maceres et les feuilles plongees dans l eau chaude avant de les piler (ONLINE 2007)

Le tableau 4 presente les constituants chimiques en pourcentage en certains elements bio chimiques des parties de la plante (le manioc)

Tableau 4 Comparaison de la composition en certains elements bio chimiques entre la racine entiere ecorce cylindre centrale tige et les feuilles de manioc (ONLINE 2007)

Constituants chimiques en pourcentage	Parties de la plante				
	Racine entiere	Ecorce	Cylindre centrale	Tige	Feuilles
Matiere seche	35	30	40	30	15
Glucides	89	75	91	48	41
Lipides	1	2	0 5	9	6
Protides	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 carotene (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 variete amere) qui est une substance toxique c est un poison de l hemoglobine des globules rouges De plus il provoque des troubles de la thyroide en empechant l iode de s y fixer (goitre) ralentissement de la croissance chez l enfant)
Ce poison est facilement elimine par sechage au soleil fermentation et il est partiellement elimine par cuisson Il est en quantite plus importante dans l ecorce que l on elimine lors de la preparation Par consequent lorsque le manioc est bien prepare il ne renferme plus de trace d acide cyanhydrique

Cependant il n est pas rare d observer des problemes de toxicite chronique (mauvais stockage des tubercules mauvaise preparation) (BICHON 1981)

II 1 4 3 Composition du tubercule de manioc frais

Il a une forte teneur en colories 125 a 140 Kcal pour 100g de manioc frais et pele

Eau (H_20)	60 a 70%
Glucides	32 a 35% (Amidon surtout)
Protides	1 5%
Cellulose	3 a 4%
Lipides	0 2 a 0 5%

Le tubercule est surtout constitue des glucides c est donc un aliment energetique Il apporte beaucoup de colories Il produit a l hectare une plus grande quantite de colories que le riz et le sorgho mais il est plus desequilibre
Il est tres pauvre en lipides (graisses) et en protides De plus ses protides sont dites de mauvaise qualite car ils ne contiennent que tres peu de methionine acide amine indispensable Le tubercule est d autre part pauvre en substances minerales (calcium fer phosphore) et en vitamines (il y en a encore moins dans les produits prepares a partir du tubercule) Il doit donc etre associe a des aliments riches en protides et en lipides pour constituer une ration alimentaire equilibree (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 malgre les faiblesses evidentes que constituent sa toxicite et sa pauvrete en certains elements nutritifs

L etat actuel des connaissances et l evolution des techniques de conditionnement permettent de croire que l on pourra dans l avenir maitriser davantage ces aspects negatifs et mieux utiliser la plante

Celle ci pourra alors contribuer davantage a nourrir les hommes tout en stimulant le developpement economique et social a ceux qui vont participer a sa production sa transformation et sa commercialisation Le manioc est une culture aux potentialites mal connues

En effet ses potentialites se situent non seulement dans l alimentation des hommes et du betail mais aussi dans l activite artisanale et industrielle qui peut se developper autour de sa transformation L importance de cette culture dans les regions tropicales peut s expliquer par sa grande adaptabilite ecologique et par ses qualites dont les principales sont les suivantes

Le manioc se propage aisement par bouturage des tiges et peut etre facilement plante et recolte

Il est tres productif

Il peut etre cultive dans les sols consideres comme trop pauvres pour d autres cultures

Il joue d une certaine maniere un role d aliment de reserve dans la mesure ou on peut etaler sa recolte tout au long de l annee

Il possede des couts de production peu eleves

Le manioc est une plante repulsive pour certains animaux et insectes compte tenu de la presence dans ses organes de quantites relativement importantes de HCN (Acide cyanhydrique ou cyanure d hydrogene)

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

Le manioc constitue une source energetique dans l alimentation des animaux

Le manioc est une matiere premiere tres importante pour les industries non alimentaires grace a ses excellentes proprietes adhesives (MANIRAKIZA 2003)

A titre d exemple le manioc est utilise pour la production de plusieurs produits industriels En effet de l amidon extrait du manioc il est possible de fabriquer toute une variete de produits derives dont le champ d application est etendu et l utilisation de ces derives s etend sur presque toutes les industries

On peut citer entre autre les produits a base d amidon la basse teneur en amylose et la haute teneur en amylopectine de l amidon lui conferent une viscosite qui lui donne d excellentes proprietes adhesives et lui permettent d etre utilise dans les industries du papier et du textile Cet amidon intervient aussi dans la production de dextrines qui servent a la fabrication des colles De plus a 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 $CH_3 CH_2 OH$

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 Quoi que 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) (RAEMAEKERS 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 ethanol fabrique est utilise dans les industries Pharmaceutiques et dans la fabrication de l essence du type « E 85 blend » (85% d ethanol 15% d essence) (ALTERNATIVE FUEL Data center 2000 cite par NWEHE (2002)

L amidon extrait a partir du manioc est un produit qui est utilise dans l industrie textile pour les operations du collage de protection des fils de coton Il est egalement utilise dans les operations d imprimerie et pour preparer la pate de teinture pour les etoffes Le manioc sert aussi de matiere premiere 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 biere de malt a partir du manioc cite par NSANZE (2006)

II 1 6 les ravageurs du manioc

Le manioc comme d autres plantes est souvent attaque par les ennemis ravageurs causant d importants degats
Mais grace a l acide cyanhydrique qui est une substance toxique cette plante offre une grande resistance a plusieurs invasions notamment contre certains insectes et autres ennemis Ces ravageurs sont responsables de la baisse de la production et la depreciation de la qualite au niveau de la partie touchee

Les principaux ravageurs du manioc sont

Bemisia tabaci un aleurode un petit hemiptere de 1mm aux ailes blanches qui transmet un virus de la mosaique du manioc (CMV) caracterise par une panachure vert clair a jaunatre du limbe foliaire qui se deforme se boursoufle et croit de maniere asymetrique par suite de l arret du developpement des parties infectees (AUTRIQUE et PERREAUX 1989 THEBERGE 1985)

D apres ces auteurs les feuilles deformees et decolorees sont de petite taille la base de certaines folioles est reduite a la nervure principale bordee d un peu de parenchyme decolore la plante a un port rabougri et touffu
Selon ces auteurs il existe des varietes de manioc resistantes a la mosaique Un choix severe des boutures et l elimination des plants malades dans les parcs a bois permettent d obtenir des cultures pratiquement saines

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

Les premiers signes d attaques se manifestent sous la forme de nombreuses petites taches jaunatres irregulieres qui apparaissent a la face superieure des feuilles (ISABU 1989 AUTRIQUE et PERREAUX 1989)
Si l infestation est forte les folioles des feuilles se reduisent a la nervure principale bordee d un peu de parenchyme chlorotique deforme et dechire
Les feuilles attaquees tombent et la tige en partie degarnie reste coiffee de petites feuilles en forme de griffes
Par consequent la croissance des plants fortement attaques est ralentie et les entre nœuds sont plus courts Les attaques se developpent surtout en saison seche

Comme moyen de lutte on preconise l utilisation de varietes de manioc a maturite rapide comme la NAKARASI la plantation en debut de saison des pluies l application des bonnes methodes culturales et l introduction des acariens predateurs (phytoseiides) exotiques originaires d Amerique du sud dans un champ de manioc affecte par l acariose en vue d ameliorer la regulation naturelle des populations de l acarien vert (AUTRIQUE et PERREAUX 1989 THEBERGE 1985 SILVESTRE et ARRAUDEAU 1983)

Les acariens rouges (*olygonychus gossypii*) s attaquent egalement au manioc en general aux feuilles plus mures Toutefois elles sont tres courtes et ne causent pas de serieux degats (NDAYIRAGIJE et al 2006)

La cochenille farineuse du manioc (*Phenacoccus manihoti*) un insecte homoptere de 2 a 3mm originaire d Amerique latine est introduit en Afrique en 1973 (YASEEN 1975 GLASS 1988) provoque de severes deformations aux plants de manioc qui en se nourrissant inocule une toxine qui induit des severes perturbations du developpement des plantes (THEBERGE 1985 GANTA 1985)

Ce ravageur attaque d abord la partie terminale des tiges puis les petioles et se repand sur les feuilles les entrenœuds et une reduction 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 entre nœuds sont plus courts et les tiges se tordent (ISABU 1990 AUTRIQUE et PERREAUX 1989)
Lors d attaques tres severes pendant la saison seche les plants deperissent completement en commençant par les extremites « les sommites » ou les populations de *Phenacoccus manihoti* sont plus nombreuses (THEBERGE 1985)

Les attaques se developpent surtout en saison seche 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 consequences nefastes sur la sante humaine En effet les pulverisations

d insecticides sont peu efficaces non rentables et presentent des risques d intoxication lies a la consommation comme legume des jeunes feuilles de manioc (AUTRIQUE et PERREAUX 1989)

Cette lutte chimique est a deconseiller Par contre la lutte biologique contre ce ravageur avec *Epidinocarsis lopezi* parasitoide exotique est jugee etre la methode de lutte la plus efficace et la plus durable (HERREN 1980)
Elle constitue une solution permanente aux problemes 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 degats C est une methode a 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 verdatre Elle n est pas rose (NDAYIRAGIJE et al 2007)

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

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

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

La cochenille virgule du manioc (*Aonidomytilus albus*) un insecte homoptere qui se nourrit de la seve des plantes en colonisant les tiges et les petioles Parfois les tiges sont en grande partie recouvertes par ces cochenilles Il s en suit par consequent un fletrissement et un dessechement de la plante (AUTRIQUE et PERREAUX 1989)

D apres ces auteurs la presence de ce ravageur est en general liee a des mauvaises conditions de culture

Tout facteur favorisant un developpement normal des plants de manioc permet d eviter 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 adventices 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 acariens 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 acariens verts males sont plus petits que les femelles Les acariens verts observes sur la face inferieure de la feuille sont lents (mobilite tres lente)
En effet les femelles se rendent vers les sommites 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)

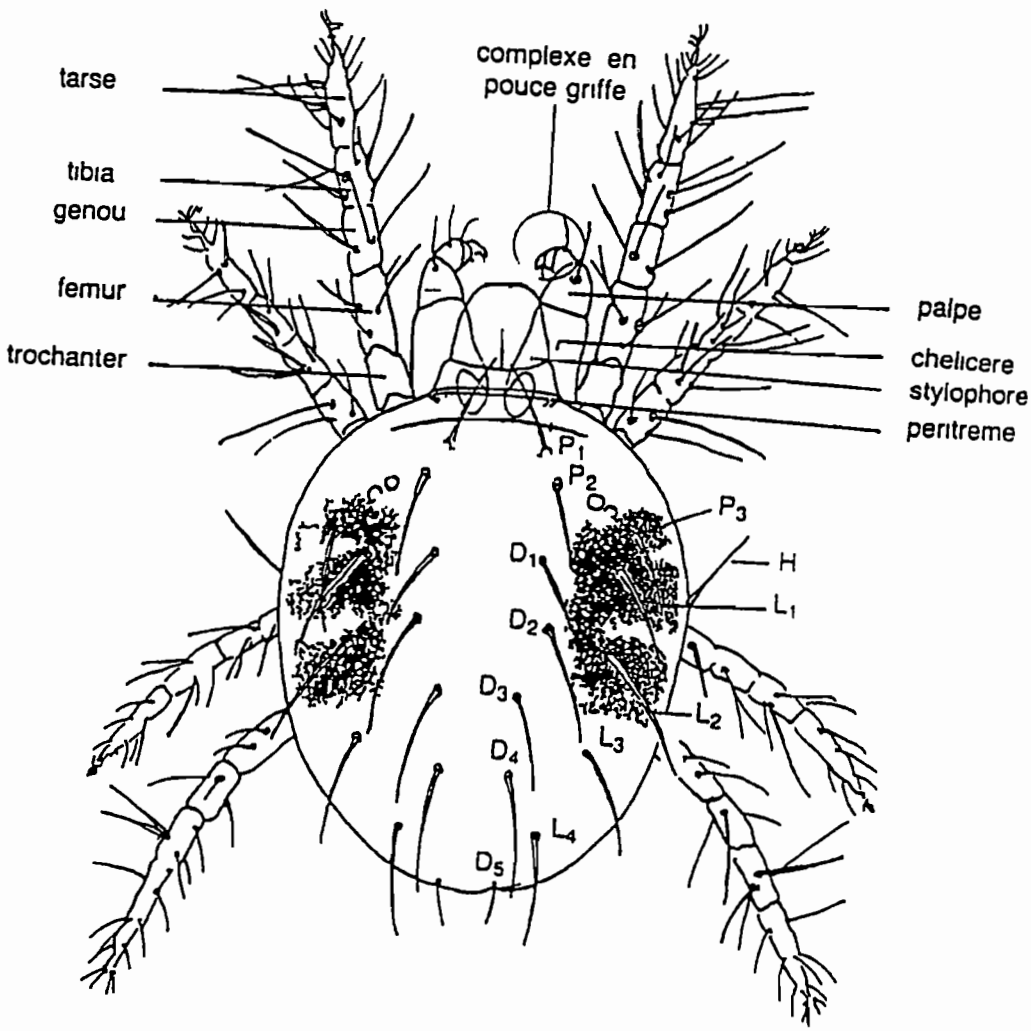


Figure n° 1 Schema d un acarien vert (YANINEK et al 1990)

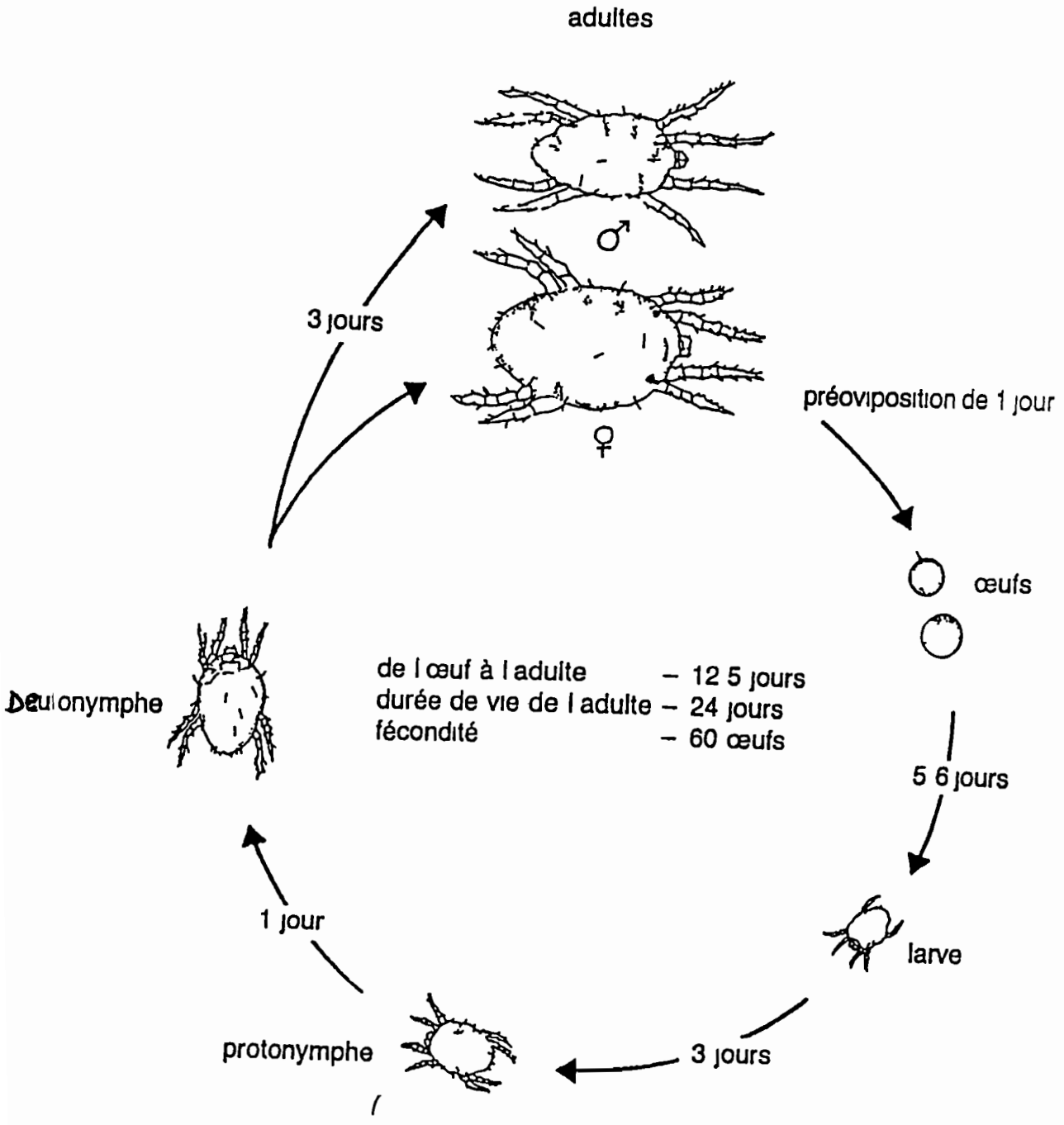


Figure n° 2 Cycle de developpement de *Mononychellus tanajoa* a 27°c et 70% d humidite relative (YANINEK et al 1990)

II 2 4 Degats occasionnes par l'acarien vert

Le manioc est une plante sujette a des attaques d un ravageur exotique l acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*)
Bien que cette culture presente une grande faculte d adaptation les degats causes par plusieurs ravageurs constituent une contrainte qui limite sa production

Parmi ceux ci l acarien vert s est propage dans toute la zone africaine productrice du manioc

L acarien vert du manioc se nourrit sur la face ventrale des jeunes feuilles situees a proximite des pousses terminales (YANINEK et HERREN 1984 cites par YANINEK et al 1990)

Mononychellus tanajoa suce la seve des feuilles et des extremites des tiges de manioc Elle est responsable des toutes petites taches chlorotiques jaunes que l on observe comme des piqures d aiguilles sur la face superieure de la feuille Les taches chlorotiques de l acarien vert ne doivent pas etre confondues avec les plages de la mosaique du manioc

Les jeunes feuilles attaquees par l acarien vert deviennent plus petites et plus etroites Autrement dit les symptomes d attaque de l acarien vert different de ceux de la mosaique du manioc en ce sens que la plage chlorotique est plus large dans le cas de la mosaique que dans le cas de l acarien vert (THEBERGE 1985 cites par NDAYIRAGIJE 1992 et ZANNOU 1990)

Lors des infestations severes les feuilles sont rabougries et deformees (NYIIRA 1972)

Le ravageur detruit les feuilles terminales qui tombent donnant aux extremites 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 reduisent la surface foliaire et donc la photosynthese ce qui affaiblit la plante

Les attaques dues a l acarien vert du manioc peuvent aussi entrainer 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 degats

Sur feuilles agees l attaque provoque une marbrure jaunatre ou brunatre surtout a la base des lobes Les plus jeunes feuilles jaunissent en presentant un grand nombre de petites taches jaunes

Les lobes de ces feuilles tendres se developpent souvent de façon asymetrique se deforment se boursouflent legerement et se dechirent parfois sur les bords (AUTRIQUE 1975)

Toutes les jeunes feuilles du sommet des tiges fortement attaquees ne se developpent pas et les lobes se reduisent parfois a la nervure principale bordee d un peu de parenchyme deforme et dechire sur les bords Les feuilles apparaissent ainsi sous la forme de griffes orientees vers le haut jaunatres ou violacees suivant les varietes

Suite a des fortes infestations les feuilles du sommet se rabougrissent se deforment et prennent une forme de griffes et finissent par tomber prematurement

D apres 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 a 67% (BYRNE et al 1982 cites par NDAYIRAGIJE 1992) L acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) peut infliger a la culture des pertes de rendement en tubercules frais allant de 30 a 80% (SHULKA 1976 BYRNE et al 1982 cites par ZANNOU 1990 et NDAYIRAGIJE 1992)

Les degats infliges au manioc par le ravageur sont plus severes en saison seche qu en saison de pluies (NDAYIRAGIJE 1992 et KAMUGISHA 1997)

Ces pertes de rendement pourraient etre influencees par la date de plantation la saison l age la fertilite du sol et les conditions climatiques (YANINEK 1985 cite par ZANNOU 1990)

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

Des la decouverte de *Mononychellus tanajoa* en Afrique plusieurs methodes de lutte ont ete engagees pour l aneantir methodes parmi lesquelles nous avons la lutte culturale et la lutte chimique

Ainsi donc plusieurs insecticides ont ete testes comme acaricides contre ce ravageur des sa decouverte en Ouganda (NYIIRA 1976) mais n ont pas eu d effets durables pour la protection de la plante sans compter les difficultes 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 utilises nous citerons galeron dicofol dimethoate (SYLVESTRE et al 1983 cites par ZANNOU 1990)

L application de ces produits chimiques a des risques sur l environnement la sante humaine et des couts economiques tres eleves
Peu d agriculteurs ont la formation ou l equipement requis pour exploiter efficacement les produits agrochimiques ou / et les acaricides chimiques
Chose plus grave encore ces agriculteurs observent rarement les precautions d emploi et mettent ainsi en danger non seulement leur sante mais aussi celle des consommateurs

Pour etre efficaces ces produits doivent etre pulverises et changes regulierement pour eviter la resistance qu ils pourraient induire aux acariens verts (YANINEK et al 1990) Outres ces inconvenients financiers de ces produits la lutte chimique implique une augmentation en fleche de la population des ravageurs par destruction de leurs ennemis naturels (YANINEK et al 1990 PNUD et FAO 1992)

Bien qu efficaces a court terme les traitements chimiques sont souvent a l origine d infestations secondaires et favorisent a long terme une reapparition du ravageur qui finit par developper une resistance au pesticide

En effet la lutte chimique n est pas une methode economique pour lutter contre *Mononychellus tanajoa* et de plus ces produits alterent la sante humaine et sont nefastes pour l environnement
En principe l utilisation des pesticides comme acaricides chimiques devrait etre consideree comme une solution de dernier recourt (YANINEK 1989)

II 2 5 2 La lutte culturale

Il existe tres 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 vises a des niveaux acceptables
Le choix judicieux de la periode d installation des champs au debut de la saison des pluies permettrait de limiter les degats causes par *Mononychellus tanajoa* au manioc (BYRNE et al 1982 b YANINEK et al 1990)
Les plants de manioc ages de 2 a 9 mois sont les plus vulnerables aux attaques de ce depredateur (acarien vert) Neanmoins la rotation des cultures consistant a cultiver des plantes non hotes apres la culture du manioc la plantation du manioc dans les regions ou la saison seche est courte la plantation precoce (au debut de la grande saison pluvieuse) et l enlevement des plants infestes

permettent de reduire les degats causes par *Mononychellus tanajoa* (BYRNE et al 1983)

La principale methode de lutte consiste par consequent a planter le manioc des le debut de la saison pluvieuse a tendance a promouvoir un bon etablissement et aide les plants a resister aux attaques des ravageurs
Les pratiques traditionnelles telles les cultures intercalaires ou en association peuvent contribuer a reduire l incidence de certains ravageurs mais une etude adequate s impose a ce sujet (YANINEK 1989)
Signalons que ces techniques culturales peuvent etre efficaces pour certaines regions c est a dire que ces techniques culturales ont une efficacite variant d une region a une autre mais dans la plupart des cas elles se revelent impraticables insuffisantes ou inefficaces pour assurer une parfaite protection contre *Mononychellus tanajoa* (ZANNOU 1990)

Signalons que cette lutte chimique a ete vaine et celle ci continue d etre au dessus des moyens financiers de beaucoup de paysans africains
Les insuffisances et les consequences de ces deux methodes a savoir la lutte culturale et la lutte chimique ont incite les chercheurs a envisager l utilisation des varietes resistantes et la lutte biologique contre ce ravageur (ZANNOU 1990)

II 2 5 3 La lutte biologique

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

Dans la nature les organismes coexistent generalement au sein d un environnement equilibre Lorsqu un organisme tel qu un insecte echappe au controle 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 a decouvrir ses ennemis naturels et les introduire dans la zone affectee par cet insecte exotique nuisible

L organisme benefique (ennemis naturels) va l attaquer et mettre un frein a son expansion rapide et retablir de ce fait l equilibre naturel en reduisant la densite 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 considere comme etant l une des methodes ecologiquement saines de la protection des cultures qui vise la regulation naturelle d une population des organismes nuisibles par leurs ennemis naturels

YANINEK et HERREN (1984) conçoivent la lutte biologique comme etant une strategie de lutte permettant de creer les conditions economiques favorables en restaurant l equilibre ecologique a l aide d agents biologiques

LAVABRE (1970) definit la lutte biologique comme « l utilisation par l homme des organismes vivants pour entraver reduire ou eliminer les dommages causes a ses proprietes ou a lui meme par d autres organismes vivants »

Le but etant de modifier en sa faveur et aux depends des ravageurs l equilibre existant dans un milieu donne

La lutte biologique est ainsi definie 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 antiquite en Chine (I I T A 1990)

Actuellement cette methode est utilisee pour lutter contre plusieurs ravageurs et surtout contre les cochenilles Ainsi elle a aussi ete recommande comme une solution possible durable permanente et plus prometteuse aux problemes de *Mononychellus tanajoa* (LYON 1974 HERREN 1980) cites par ZANNOU 1990)

« D apres le bimestriel » vers un developpement solidaire (Avril 1990 n 103 p 13) de la declaration de Berne la lutte biologique utilisant les lachers d ennemis naturels de ces ravageurs dans la zone d expansion de ces derniers a donne des resultats significatifs et prometteux quant a l elimination de ces ravageurs

Divers ennemis naturels vivent en association avec *Mononychellus tanajoa* dans la region neotropicale Nous citerons notamment les Chrysopidae (Nevroptere) Cecidomiidae (Diptere) Syrphidae (Diptere) Anthocoridae (Hemiptere) Staphylinidae(Coleoptere) et Phytoseiides (acariens)

Les Thrips les acariens predateurs d autres familles et les entomopathogenes et les araignees constituent un autre groupe d ennemis naturels (BYRNE et al 1983)

Selon les memes auteurs la plupart de ces predateurs ne sont efficaces que lorsque la densite de *Mononychellus tanajoa* est elevee mais les phytoseiides disposent d une plus grande specificite pour les proies que les autres predateurs

Ils sont consideres sous les Neotropiques comme les predateurs plus efficaces quand les densites 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 predateur *Typhlodromalus aripo* de la famille des phytoseiidae

Ce predateur regule efficacement les populations de l acarien vert du manioc Cet acarien benefique a ete introduit et lache 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 (NDAYIRAGIJEet 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 immunite) 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 TA 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 phytoseiides

II 3 1 Biologie des phytoseiides

Les phytoseiides 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 Phytoseeiides (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 separes 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 deuto 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

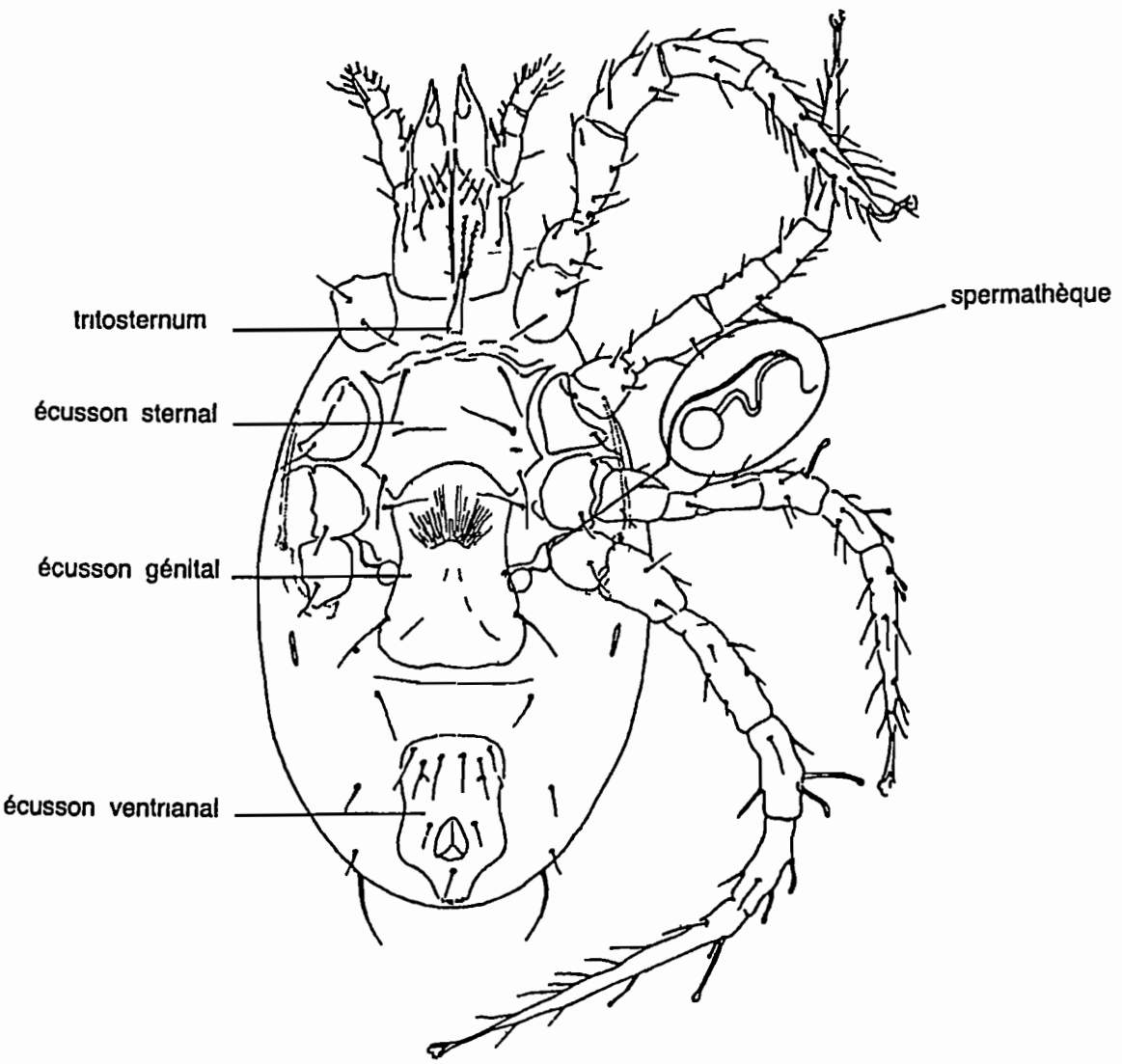


Figure n° 3 Schema d un phytoseiide (YANINEK et al 1990

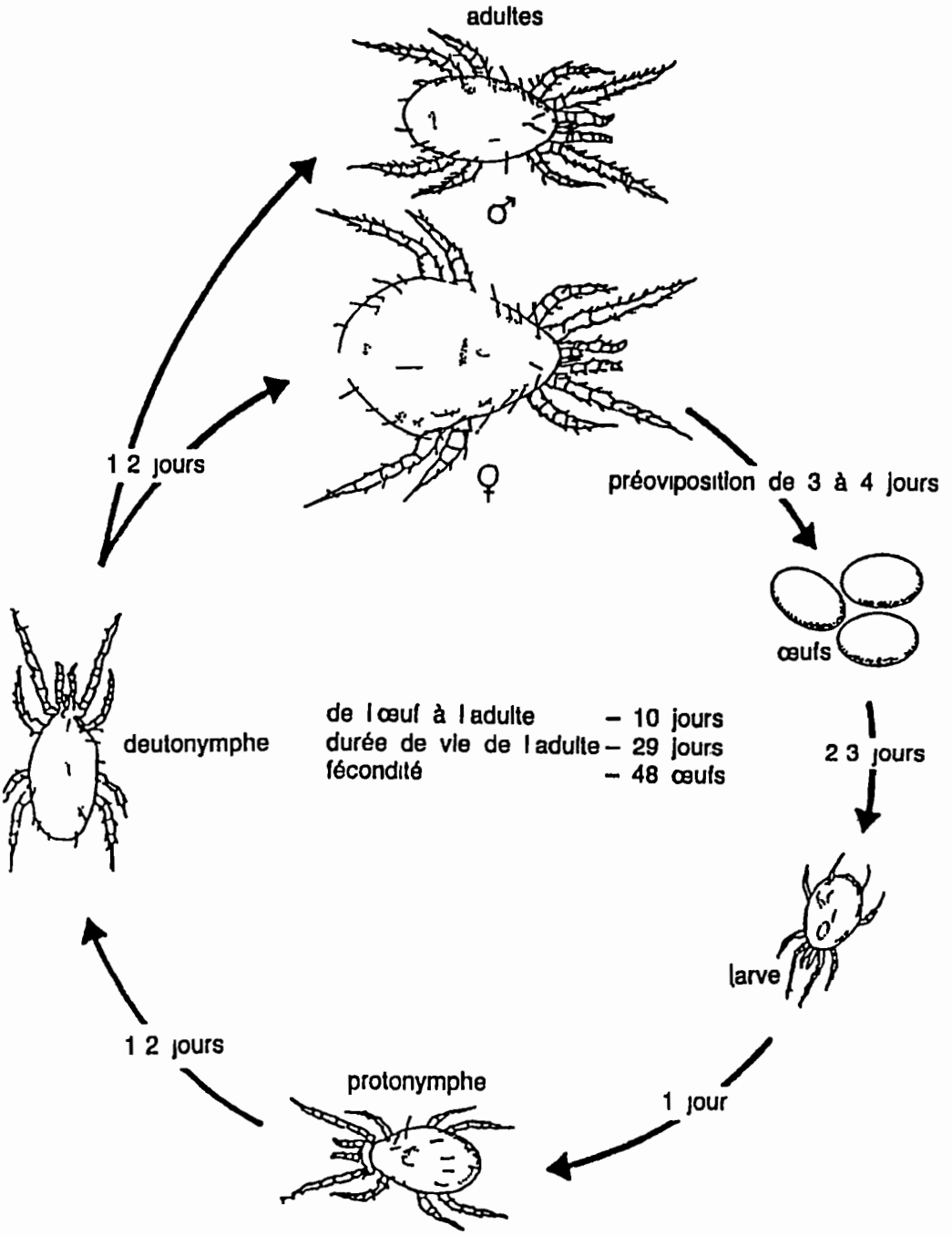


Figure n 4 Cycle biologique d un phytoseiide type a 27°c et 70%d humidite relative (YANINEK et al 1990

II 3 2 Ecologie des Phytoseiides

Du point de vue ecologique les phytoseiides vivent surtout a la face inferieure des jeunes feuilles ou des vieilles feuilles (selon les especes) pour se proteger contre la lumiere du jour (MURTRY et al 1970 cites par ZANNOU 1990)

Les phytoseiides vivent egalement dans les sommites ou apex pendant la journee et sortent la nuit pour aller reguler la population des acariens verts
Leur population peut etre reduite par certains arthropodes tels que les Staphylinides et les Coccinelles lorsqu elle est tres elevee (MURTRY et al 1970)

Les phytoseiides purement carnivores peuvent etre reduits par suite de la disparition totale de leurs proies A ce niveau les populations de phytoseiides peuvent egalement decroitre avec celles de leurs proies
Les pluies torrentielles ou diluviennes pouvant egalement lessiver ces phytoseiides (ZANNOU 1990)

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

Du point de vue nutritionnel certains phytoseiides se nourrissent sur les Tetranychidae en suçant leur fluide corporel a l aide de leurs chelicères « piece buccale piqueur et suceur » qu ils inserent dans le corps de leurs proies
Les phytoseiides peuvent egalement se nourrir des exsudats sur les feuilles de manioc

A l exception de certaines especes de pytoseiides exotiques (*Typhlodromus occcidentalis*) (Nesbitt) ou les larves ne s alimentent pas (HAGEN et al 1976) tous les stades actifs de phytoseiides s alimentent sur les œufs et les actifs de Tetranychidae (Murtry et al 1970 cites par ZANNOU 1990) ce qui sera interessant et recommande dans la lutte contre ce ravageur Tetranychidae

Les besoins en proies varient d une espece a une autre mais en general un phytoseiide peut consommer le quart voire la moitie de la progeniture d un Tetranychidae (Murtry et al 1970 cites par ZANNOU 1990 I I T A 1990)
En effet les aliments d origine vegetale comme le pollen peuvent jouer un role essentiel dans le maintien de la population des acariens predateurs en l absence des acariens ravageurs

L importance des phytoseiides ressort clairement par frequences des eruptions des Tetranychidae dans certaines cultures (par exemple chez le theier le cotonnier etc) apres l application des pesticides auxquelles les phytoseiides sont particulierement sensibles (I I T A 1990)

Sur le plan nutritionnel certains phytoseiides sont purement carnivores d autres sont herbivores ou s alimentent a 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 phytoseiides a lutter contre *Mononychellus tanajoa*

De tout ce qui precede il ressort que les phytoseiides 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 Phytoseiidae

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 phytoseiides ont ete menees dans la province de Bubanza plus precisement dans la Commune de GIHANGA ou des lachers des phytoseiides 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 0^0C 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 1^0C et 24 8^0C Ceci signifie qu en terme moyen la chaleur est etalee sur toute l annee

La temperature moyenne est de 23^0C 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 phytoseiides et des degats foliaires observes sur la feuille du manioc

L Alcool ethylique (ethanol) dilue a 70% CH_3 CH_2OH il a ete utilise pour conserver les specimens des phytoseiides 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 phytoseiides qui se trouvaient dans les apex

Loupe binoculaire elle a servi a visualiser les phytoseiides 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 phytoseiides et des degats foliaires observes sur la feuille du manioc

L Alcool ethylique (ethanol) dilue a 70% CH_3 CH_2OH il a ete utilise pour conserver les specimens des phytoseiides 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 phytoseiides qui se trouvaient dans les apex

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

III 2 1 2 Methodes d'echantillonnage

En vue d evaluer l impact des predateurs sur les populations d acarien vert des observations sur 30 plants dans les champs de lachers ont porte sur les degats foliaires (echelle de 1 a 5) et le nombre d acariens par feuille Les observations ont ete egalement faites au niveau de l apex Elles ont debute au mois de Mai 2007et se sont terminees au mois de mars 2008

Le protocole de recensement des populations d acariens verts a ete pour une evaluation generale en champ est le suivant

1 L abondance des acariens a ete determinee en examinant la 1è feuille la plus developpee au niveau de l apex de chaque plant recense Si la plante possede plusieurs pointes apicales celle orientee vers le Nord est choisie
La premiere feuille pleinement developpee se differencie des feuilles de la pousse par sa couleur plus foncee et des feuilles plus agees par son petiole rattache a la tige en angle plus aigu (<90) (YANINEK et al 1990)

2 L ampleur des degats sur feuille sera notee selon l echelle de cotation variant de 1 a 5 (YANINEK et al 1990)

1 Aucune lesion
2 Presence de taches chlorotiques (jaunatres) inferieures ou egales a 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 tres severe plus de 50% de la surface foliaire sont atteints la feuille est jaunatre cela etant du a la perte de la chlorophylle les feuilles sont rabougries
5 Feuille morte ou defoliation

1°) Sur le terrain

Les echantillons preleves en champ ont ete examines a l aide d une loupe de serre tete avant que les feuilles ne se dessechent
Les specimens qui ne peuvent etre evalues ont ete places immediatement dans des tubes contenant l alcool ethylique (ethanol) dilue a 70% pour etre soumis a des analyses de laboratoire
Pour notre cas les feuilles etaient observees a l aide d une loupe frontale et nous procedions au comptage des acariens verts
Tous les echantillons devraient porter les indications mentionnees presentees a l annexe III

Les informations sont soigneusement inscrites sur une fiche d observation a l aide d un crayon (voir annexe II)
Apres avoir compte les acariens sur feuilles les degats foliaires sont evalues selon l echelle de cotation decrite par YANINEK et al (1990)
A l aide d une loupe frontale on note la presence ou l absence des phytoseiides qui se trouvaient dans les apex sur une grande echelle

Notons que les apex etaient directement conserves dans une solution d alcool ethylique a 70% apres leur prelevement sur le plant

2°) Analyse au laboratoire

Arrive au laboratoire il a ete procede au comptage des populations de phytoseiides qui se trouvaient dans les apex
L apex qui se trouvait dans les tubes etait verse avec de l alcool dans une boite de petrie et cet apex etait decoupe en morceau a l aide des pinces et c est sous binoculaire qu il etait procede au comptage des phytoseiides

Signalons que le comptage des phytoseiides se faisait suivant le protocole decrit par YANINEK et al (1990)
L identification des specimens a ete 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 donnees

Les donnees brutes contenues dans les fiches d observation (Annexe III) ont ete encodees dans l Excel

Les differentes moyennes de calculees sont notamment la moyenne calculee sur 30 plants des acariens verts la moyenne calculee sur 30 plants des degats foliaires et la moyenne calculee sur 30 plants des phytoseiides

D une part on a etabli une figure – synthese qui met en relation les populations de l acarien vert et de leurs degats foliaires pour montrer l evolution des populations de l acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) et de leurs degats foliaires en fonction des mois

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

D autre part on a etabli une figure synthese qui met en relation les population de l acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) au niveau de la premiere

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

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

III 3 Resultats et discussions

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

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

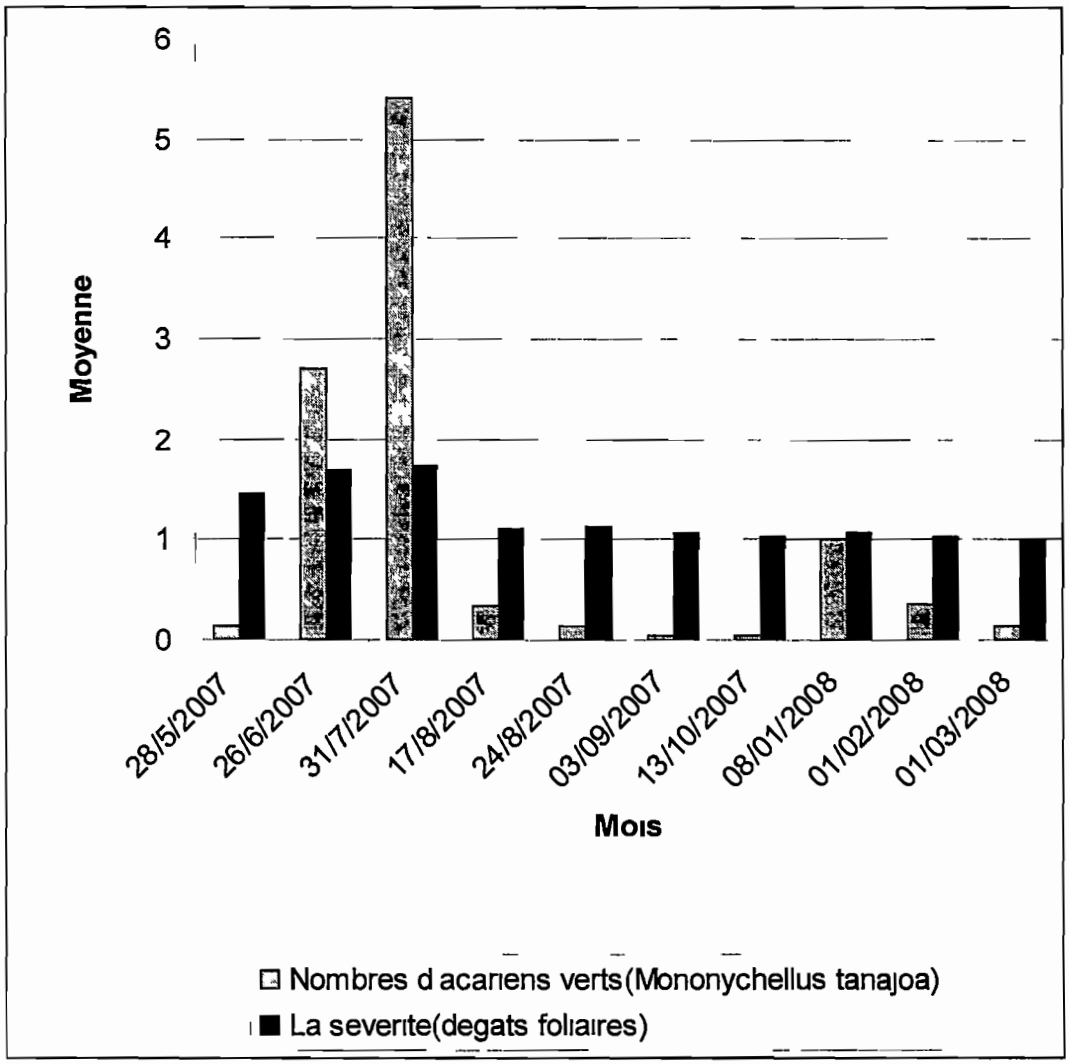


Figure n 5 Evolution des populations de l acarien vert (*Mononychellus tanajoa)* et de leurs degats sur feuilles de manioc de la variete douce MM96/0287 pour une periode allant de mai (2007) a mars (2008)

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 phillophages

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 phillophages

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 phytoseiides

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

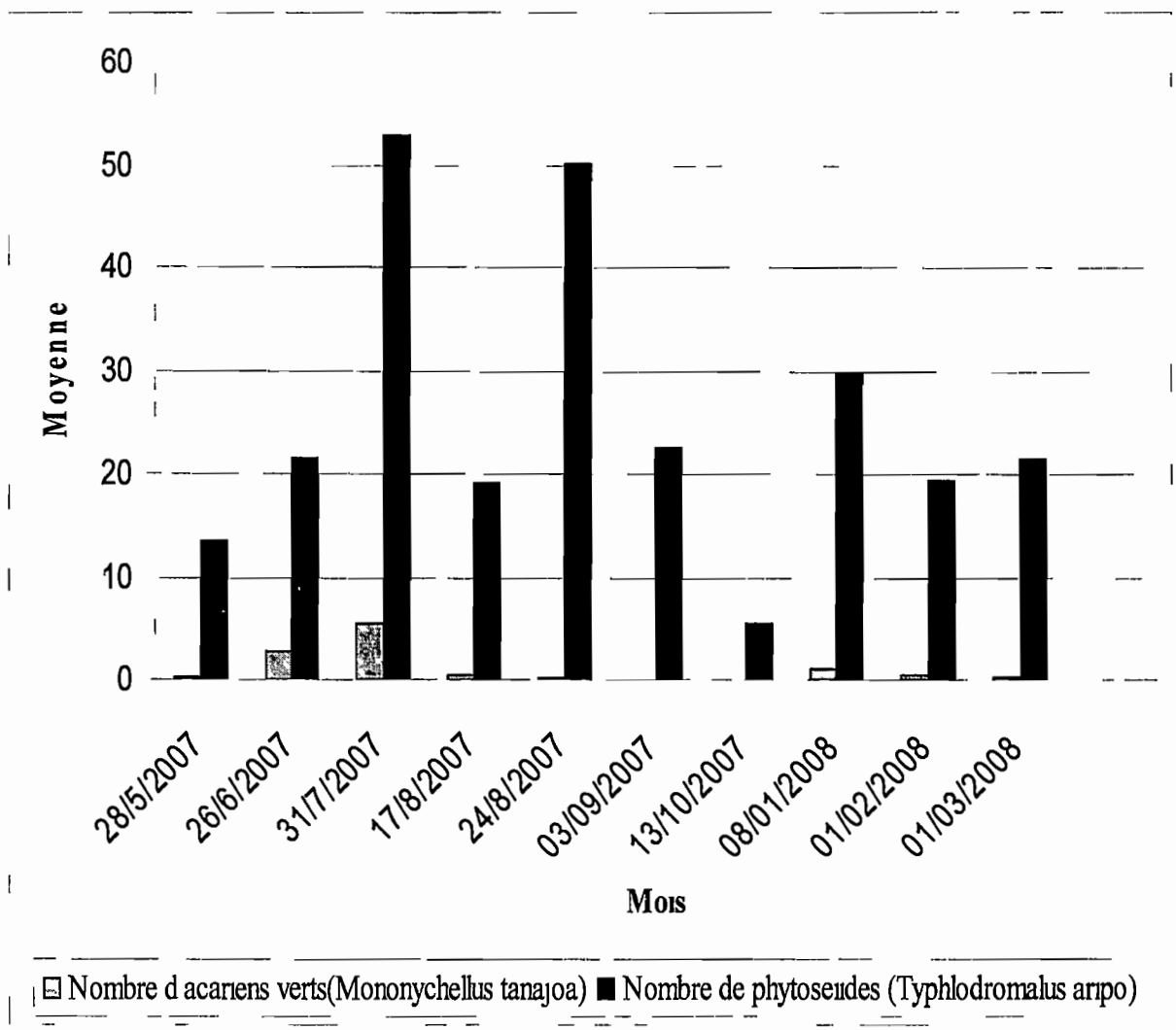


Figure n 6 Evolution des populations de l acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) au niveau de la premiere feuille la plus developpee (au niveau de l apex) et des phytoseiides (*Typhlodromalus aripo*) au niveau de l apex pour une periode allant de mai (2007) a mars (2008)

Au mois de mai les populations de phytoseiides ont pu reguler efficacement les populations d acariens verts parce qu ils sont tres nombreux et ils ont regule efficacement les acariens ravageurs et par consequent il y a baisse ou chute de ces acariens verts ravageurs

Au mois de juin la densite des acariens verts monte progressivement en nombre les populations des phytoseiides suivent le meme mouvement car le mois de juin correspond a la saison seche periode durant laquelle il y a diminution progressive des pluies

Ce qui est logiquement comprehensible car les acariens verts etant des proies des phytoseiides 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 periode correspondant a la grande saison seche les acariens ravageurs vont remonter intensivement en nombre tres eleve par rapport au mois de juin et les populations de phytoseiides suivent le meme mouvement comme dans le cas precedent du mois de juin

Plus le nombre d acariens verts augmente suffisamment plus le nombre de phytoseiides augmente abondamment

Au mois d aout la densite des populations d acariens verts diminue les populations des phytoseiides diminuent egalement

Ce qui est logiquement raisonnable car les acariens verts etant des proies des phytoseiides ces derniers diminuent eux aussi puisqu il y a la rarete ou peu de proies Cela etant du aux pluies qui ont lessive la population de l acarien vert et celle des phytoseiides comparativement au mois de juillet et a l absence des substrats rencontres chez les jeunes feuilles qui ont subi la chute pendant la saison seche

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

Ce meme Phenomene s observe egalement au mois d octobre periode durant laquelle les pluies intenses fortes et regulieres ont lessive les populations d acariens verts et celles des phytoseiides

Au mois de janvier periode correspondant a la petite saison seche nous remarquons que la densite des acariens verts monte et les populations des phytoseiides suivent le meme mouvement

Comparativement au mois de janvier nous remarquons que le nombre d acariens verts et des phytoseiides diminuent progressivement aux mois de fevrier et mars a cause des pluies intenses qui ont provoque leur lessivage

Remarquons que la periode pluvieuse est donc une periode defavorable a la pullulation des acariens phillophages

En conclusion nous pouvons confirmer que les phytoseiides ont pu reguler efficacement les populations d acariens verts pendant la saison seche periode favorable a la multiplication des acariens phillophages
Les phytoseiides seront donc recommandes pour une methode 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 indiquee et la plus preferee
En analysant les resultats en effet nous remarquons que la population d acariens verts diminue quand la population d acariens phytoseiides augmente (predateurs) et durant la saison pluvieuse (septembre octobre) il y a une diminution remarquable de la population d acariens verts a cause des pluies fortes regulieres et intenses qui ont lessive la population d acariens verts

Durant la grande saison seche (juillet) et la saison seche (juin) il y a une augmentation remarquable de la population d acariens verts periode favorable a la pullulation d acariens phillophages
La population d acariens verts augmente au mois de juin et intensivement au mois de juillet suite a la diminution des pluies au mois de juin et a l arret 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 phytoseiides (*Typhlodromalus aripo*)

Discussions

Des travaux similaires realises par KAMUGISHA (1997) ont revele que quand la densite des acariens verts monte les populations des phytoseiides suivent le meme mouvement Ce qui est logique car les acariens verts etant des proies des phytoseiides ces derniers vont augmenter eux aussi puisqu il y a suffisamment des proies et cela s observe souvent pendant la saison seche

Ainsi le phenomene inverse s observe quand les acariens ravageurs diminuent a cause des pluies et de manque de substrats chez les jeunes feuilles et par consequent les phytoseiides diminuent eux aussi par manque de proies

En effet avec l introduction des phytoseiides (*Typhlodromalus aripo*) nous pouvons confirmer que ceux ci ont pu reguler efficacement les populations d acariens verts pendant la saison seche quand les phytoseiides sont tres nombreux et ils disposent d une grande specificite a 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 etendue des surfaces qu elle affecte et par l importance des pertes qu elle induit est chaque annee 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 elevees a la culture du manioc au Burundi allant de 30 a 80%

Le manioc plante amylacee tres cultive en Afrique tropicale tant pour la consommation de ses racines tubereuses 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 developpement
Il constitue egalement pour cette population une securite alimentaire car il est recolte au fur et a mesure que les besoins se font sentir Il reste ainsi disponible toute l annee car il est a la fois une plante annuelle et bisannuelle

Bien que cette culture presente une grande faculte d adaptation les degats causes par plusieurs ravageurs constituent une contrainte qui limite sa production Parmi ceux ci l acarien vert (*Mononychellus tanajoa*) (BONDAR 1938) originaire de l Amerique latine s est propage dans toute la zone africaine productrice de manioc

Cette culture malgre son importance capitale dans l alimentation burundaise a ete longtemps negligee dans la recherche scientifique Ainsi des efforts doivent etre consentis pour lui donner une place qu elle merite
Vu son importance les chercheurs mettent plus d efforts pour sauver cette plante actuellement menacee par l acariose du manioc au Burundi

Ce travail a pour but de tester l efficacite de la lutte biologique contre l acarien vert du manioc (*Mononychellus tanajoa*) par l introduction d acariens phytoseiides resistante a l acariose
Les resultats obtenus montrent bien qu avec l introduction des acariens phytoseiides il y a eu diminution remarquable du ravageur

Au mois de septembre et octobre (debut de la reprise des pluies) nous avons remarque que la densite d acariens verts etait faible par rapport aux autres mois Cela etant du aux pluies intenses fortes et regulieres 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 phytoseiides 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 systeme de lutte efficace contre *Mononychellus tanajoa* dans le cadre de la lutte biologique contre ce ravageur en preconisant egalement une lutte integree comportant la resistance varietale les meilleures dates de plantations et le systeme cultural efficaces Pour atteindre cet objectif il faut

Que les lachers (phytoseiides) soient faits au debut ou pendant la saison seche et au debut de la saison pluvieuse au moment ou les champs sont infestes

Que l ISABU poursuive les lachers de *Typhylodromalus aripo* a cause de sa faculte a mieux s adapter a notre agrosysteme et a notre ecosysteme au Burundi

Que l installation des champs du manioc soit faite au debut de la grande saison pluvieuse pour eviter une infestation precoce et une densite elevee de *Mononychellus tanajoa* pendant la saison seche

Que la multiplication des ennemis naturels (*Typhylodromalus aripo)* de l acarien vert soit permanente et intensifier les lachers (*Typhylodromalus aripo)* dans toutes les regions productrices du manioc au BURUNDI

Pour mieux maitriser la lutte biologique contre *Mononychellus tanajoa* nous conseillons que des etudes soient menees sur

L etude des facteurs entrainant la dispersion des phytoseiides introduits pour que plus tard l etablissement de ces predateurs soient efficaces

Etudier l influence des pratiques culturales sur l ensemble des phytoseiides – acariens verts
Etudier l interaction entre le manioc acarien vert phytoseiides introduit pour mieux cerner l adaptation de ces predateurs et celle du ravageur

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

Que l ISABU puisse former au prealable les chercheurs les vulgarisateurs et les agriculteurs pour qu ils puissent realiser 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 predateurs efficaces) qui vont reguler efficacement les autres ravageurs du manioc notamment *Bemisia tabaci Zonocerus veriegatus Ferrisia virgata Phenacoccus madeirensis* qui continuent a ravager la culture du manioc au BURUNDI

Que le Gouvernement burundais puisse appuyer financierement l ISABU afin que ce dernier puisse realiser un programme de lutte biologique efficace

Que les organismes internationaux a savoir les bailleurs de fonds du programme de lutte biologique de l I I T A qui comprend le Fonds International pour le Developpement Agricole (FIDA) l office allemand pour la cooperation technique (GTZ) l Organisation des Nations Unies pour l Alimentation et l Agriculture (FAO) le Programme des Nations Unies pour le Developpement (PNUD) puisse continuer a contribuer financierement l ISABU dans le but de juguler definitivement 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 region des grands lacs d Afrique Centrale AGCD n 24 BRUXELLES 232 p

3 BAERT T G 1991 Phytotechnie I Universite du Burundi FACAGRO Departement des productions vegetales unite de phytotechnie et Fertilisation notes de cours premier Ingenieur Bujumbura 199 p

4 BARAMPAMA A 1992 Le manioc en Afrique de l Est Role et perspectives dans le developpement agricole karthala et IUED 287p

5 BICHON L 1981 Le manioc « Developpement et la sante » article n 5
In site source http // documentation ledamed org/IMG/html/ doc 10011 html

6 BIZINDAVYI A 2002 Etude de la qualite microbiologique de la farine de manioc vendue au marche centrale de Bujumbura Universite du BURUNDI Faculte des Sciences Memoire presente et defendu publiquement en vue de l obtention du grade de licencie en sciences biologiques Bujumbura 57p

7 BOCCAS B 1987 Le manioc plante vivriere de premiere importance dans le monde tropical le courrier ACP CEE n 101 janvier fevrier 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 Annuel 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 growh 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 theatens 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 licencie en pedagogie appliquee agregee 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 October12 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 licencie en sciences chimiques Universite du Burundi Faculte des Sciences Bujumbura 47p

46 ONLINE 2007 http www Memoire online com 02/07/341/m cinetique – elimination – cyanure – manioc$_1$ html # Toc 139957036

47 OSUNTOKUN B O 1972 Chronic cyanide neurotoxicity and neuropathy in NIGERIAN patient food for human Nutrition vol 2 215 256

48 PNUD/FA0 1992 Manuel de lutte biologique Tome 1 222p

49 PNUD/FAO 1992 Manuel de lutte biologique Tome 2 144p

50 RAEMAEKERS 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 Aracee 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 acariens 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 I I T A 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 I I T A 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 I I T A 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 ecologie des acariens predateurs phytoseiides exotiques Etablissement dispersion et efficacite contre les acariens verts du manioc Universite Nationale du Benin (Faculte des Sciences Agronomiques ABOMEY CALAVI) These pour l obtention d Ingenieur Agronome 80 p

ANNEXES

ANNEXE I

Tableau 1 Differences morphologiques entre acariens et insectes

Caracteres	Acariens	Insectes
Tagmes (division du corps)	Gnathosome + Idiosome	Tete 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 composes ocelles
Antennes	Absentes	Presentes
Ailes	Absentes	Presentes

Source ISABU

ANNEXE II

Tableau 2 Fıche d observatıon

PROVINCE		PAYS	
COMMUNE		ASSOCIATION VARIETE	
CHERCHEUR		VARIETE	
Date et heure		VAR ECHANT	
TAILI E DU CHAMP		AGE DU CHAMP (mois)	

	CGM Acarıose		T arıpo
Plant N	Nombre d acarıens verts	La severite	Nombre de phytoseiides
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 Donnees observees 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 phytoséiides
1	0	2	
2	0	2	
3	I	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 Donnees observees ou brutes le 26 juin 2007

COMMUNE GITIANGA			ASSOCIATION VARIETE OUI
CHERCHEUR NDIKUMANA D 1			VARIETE MM 96/0287 Douce
DATE ET HEURE le 26/6/2007 a 11h			VAR ECHANT
TAILLE DU CHAMP 2 ha			AGE DU CHAMP (mois) 4 mois
	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La sévérité	Nombre de phytoséiidés
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 Donnees observees 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 à11 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 phytoseiides
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 Donnees observees 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 phytoseiides
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 Donnees observees ou brutes le 24/aout/2007

PROVINCE BUBANZA		PAYS BURUNDI	
		ASSOCIATION VARIETE OUI	
COMMUNE GIHANGA		VARIETE MM 96/0287 Douce	
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel		VAR ECHANT	
DATE ET HEURE Le 24/8/2007 a 11h		AGE DU CHAMP (mois) 7 mois	
TAILLE DU CHAMP 2 ha			

	CGM	Acariose	T aripo
Plant N	Nombre d acariens verts	La severite	Nombre de phytoseiides
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 Donnees observees 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 acariens verts	La severite	Nombre de phytoseiides
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 Donnees observees ou brutes Le 13/octobre /2007

PROVINCE BUBANZA		PAYS BURUNDI
COMMUNE GIHANGA		ASSOCIATION VARIETE OUI
CHERCHEUR NDIKUMANA Daniel		VARIETE MM96/0287 Douce
DATE ET HEURE Le 13/10/2007 a 10h		VAR ECHANT
TAILLE DU CHAMP 2 ha		AGE DU CHAMP (mois) 9 mois

	C GM	Acariose	T Aripo
Plan N	Nbre d acariens 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 = 1/30 = 0 033	Moyenne = 31/30 = 1 033	Moyenne 155/30 = 5 5

Tableau 10 Donnees observees 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 phytoseiides
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 Donnees observees ou brutes Le 01/ fevrier / 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 phytoseiides
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 Donnees observees 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 sevérité	Nombre de phytoseiides
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

Annee	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 Racin s	1501	1497	1481	1613	1707	1545	1641
Bananes	1573	1526	1516	1546	1603	1569	1587

SOURCE FAO (2004)

ANNEXE VI

Tableau 15 Les precipitations 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)