

ISAR

INSTITUT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES DU RWANDA
STATION DE RUBONA
B.P.138 BUTARE
REPUBLIQUE RWANDAISE

RAPPORT DE MISSION EFFECTUEE
A
NAIROBI DU 20 AU 30 JUIN 1989
"Stage sur l'entomologie du Sorgho"

Par

HABYALIMANA J. Népomuscène
ISAR- RUBONA B.P.138
BUTARE

et

RWANGABWOBA Diogène
ISAR- KARAMA B.P.121
KIGALI

RUBONA ,OCTOBRE 1989

ISAR
INSTITUT DES SCIENCES
AGRONOMIQUES DU RWANDA
STATION DE RUBONA
B.P. 138 BUTARE
REPUBLIQUE RWANDAISE

RAPPORT DE MISSION EFFECTUEE

A

NAIROBI DU 20 AU 30 JUIN 89

" Stage sur l'entomologie du Sorgho "

par

HABYALIMANA J.Népomuscène
ISAR RUBONA, B.P. 138
BUTARE

et

RWANGABWOBA Diogène
ISAR KARAMA, B.P.121
KIGALI.

TABLE DES MATIERES

	Page
INTRODUCTION	1
CHAP. I. LES BASES FONDAMENTALES DE LA RECHERCHE ENTOMOLOGIQUE	2
CHAP. II. ANATOMIE ET MORPHOLOGIE DU PLANT DE SORGHO	3
2.1. Classification	3 à 4
2.2. Description des organes végétatifs	5 à 6
2.3. Les organes de reproduction	6 à 7
CHAP. III. LES INSECTES RAVAGEURS DU SORGHO	8
3.1. Les insectes qui attaquent en cours de végétation	8 à 18
3.2. Les insectes de stockage	19 à 21
CHAP. IV. TENEUR EN TANNIN DU SORGHO ET CONTROLE DES OISEAUX	22
4.1. Teneur en tannin	22
4.2. Contrôle des oiseaux	22 à 23
CHAP. V. VISITES DES INSTITUTS DE RECHERCHE SUR L'ENTOMOLOGIE	23 à 24
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATION	25

RAPPORT DE MISSION A NAIROBI (KENYA) DU 20 AU 30/6/1989.

INTRODUCTION.

Au Rwanda, le sorgho est la céréale la plus répandue et est cultivé dans toutes les régions agricoles du Pays. Il est utilisé à divers usages (pâte, bouillie, boissons.....).

Les ravageurs (insectes nuisibles) étant l'une des contraintes responsables de la chute des rendements, la lutte contre ceux-ci est un impératif, dans notre pays dont l'économie repose essentiellement sur l'agriculture.

L'ICRISAT qui est avancé dans ce domaine a organisé du 20 au 27 Juin 1989, un stage sur " L'ENTOMOLOGIE DU SORGHO".

Ce Stage tenu à Nairobi, regroupait 17 participants en provenance du Soudan, de l'Ethiopie, de la Somalie, du Rwanda, du Burundi, de l'UGANDA et du Kenya.

Le présent rapport renferme principalement une compilation des différents chapitres enseignés au cours de la formation à savoir :

1. Les bases de la recherche sur l'entomologie.
2. Anatomie et morphologie du plant de sorgho.
3. Les insectes ravageurs du sorgho.
4. La teneur en tannin et contrôle des oiseaux.

Nous remercions vivement l'ISAR et le Gouvernement Rwandais qui nous ont permis d'effectuer ce stage.

Que l'ICRISAT qui a mis à notre disposition les moyens matériels et humains pour le déroulement du Séminaire soit aussi remercié.

ITINERAIRE.

Départ	: Le 16/6/1989	- KIGALI - NAIROBI
Retour	: Le 30/6/1989	- NAIROBI - KIGALI.

CHAP. II. ANATOMIE ET MORPHOLOGIE DU PLANT DE SORGHO.

2.1. CLASSIFICATION.

Le sorgho est autogame et sa classification est la suivante :

- Division : Anthophyta
- Classe : Monocotylédone
- Ordre : Graminales
- Famille : Graminées
- Genre : Sorghum
- Espèce : Bicolor

Les sorgho cultivés, sorghum bicolor, (L.Moench) ont été classés dans 5 races de base par Harlan et de Wet (1972) d'après les caractéristiques de la panicule et de la graine.

On distingue :

- Bicolor
- Guinea
- Caudatum
- Kafir
- Durra

Cependant, il existe 15 races intermédiaires dérivées des 5 races fondamentales tel que Guinea - Caudatum, Durra-Caudatum, Kafir-Caudatum, etc....

La figure n° 1 en annexe illustre schéma des 5 races fondamentales.

2.1.1. RACE BICOLOR.

* C'est la plus primitive (3.000 à 5.000 ans) des 5 races actuellement rencontrées en Afrique et en Asie.

Cette race est caractérisée par des panicules ouvertes et de dimensions moyennes en général.

Grain allongé parfois glumes accolées au grain, qui peut être soit totalement recouvert, ou couvert au sommet sur une fraction de sa longueur pouvant atteindre le quart de celle - ci. Les épillets sont persistants.

2.2. DESCRIPTION DES ORGANES VEGETATIFS.

2.2.1. LA TIGE.

La tige est constituée d'une série de noeuds et d'entre-noeuds. Elle est grêle à robuste, mesurant de 0,5 cm à 5 cm de diamètre près de la base, s'amenuisant vers l'extrémité terminale avec une longueur de 0,5 m à 4 m. Elle est solide avec une écorce dure et une moelle molle. La moelle peut être sucrée, insipide, juteuse ou sèche. Dans les vieilles tiges, la moelle peut se fragmenter, en particulier si elle est sèche. Le noeud se présente comme un anneau à la base de la graine foliaire. Un bourgeon se forme à chaque noeud, excepté au noeud correspondant à la feuille paniculaire. Ces bourgeons, aux noeuds successifs, se trouvent en alternance d'un côté ou de l'autre de la tige. Parfois, ces bourgeons se développent en talles axillaires. Les talles basales, quand elles existent se forment au premier noeud.

2.2.2. LE PEDONCULE.

L'entre-noeud supérieur aux autres et qui porte l'inflorescence s'appelle pédoncule et est toujours plus long. L'extension du pédoncule au dessus de la dernière feuille est l'insertion.

2.2.3. Les FEUILLES.

Les feuilles sont distribuées de façon variable. Chez certaines variétés elles sont concentrées à la base, alors que chez d'autres elles sont plus ou moins uniformément disposées. Le limbe peut être plat ou légèrement courbé formant un arc. Les feuilles sont de longueur variable, en général plus courtes et plus étroites vers le sommet de la tige. Elles peuvent atteindre 1 m de long et 10 à 15 cm de large. Le nombre de feuilles varie aussi suivant les plants. Les plants bien adaptés ont de 14 à 17 feuilles, ce nombre pouvant atteindre 30 chez les plants moins adaptés.

2.2.4. LES RACINES.

Le système racinaire du sorgho est très développé, et avec de nombreux poils radiculaires. Au moment de la germination apparaît la racine primaire. Plusieurs racines de ce type se développent. Celles-ci sont peu ou pas du tout ramifiées.

Les fleurs s'ouvrent généralement entre 22H et 8H30' du matin durant la période de floraison. Au fur et à mesure que les glumes s'ouvrent, les 2 anthères et les deux stigmates émergent.

Les anthères peuvent apparaître avant les stigmates ou vice-versa suivant les variétés. Les fleurs restent ouvertes environ 2 heures pendant la floraison. Une seule panicule peut produire jusqu'à 100 millions de pollen qui sont viables seulement pendant 3 à 6 heures.

Les stigmates sont receptives 1 à 2 jours avant la floraison et environ 8 jours après.

2.3.4. POLLINISATION.

Les stigmates exposés avant l'ouverture des anthères sont sujets à des fécondations libres, qui sont liées à la direction du vent et au type de la panicule, le taux d'allogamie étant plus élevé chez les panicules lâches que chez les panicules compacts.

Normalement le taux d'allogamie chez le sorgho est de 5%, mais des taux de 50% ont été enregistrés par certains auteurs. Le sorgho est une culture de jours et des nuits longues.

.../...

3.1.1.2. SYMPTÔMES D'ATTAQUE.

La jeune larve se déplace vers le sommet de la plante où elle se nourrit des jeunes feuilles tendres pendant plusieurs jours. A ce stade, l'attaque se reconnaît par la présence de **petits trous bien alignés** sur le limbe. Plus tard la caterpillar quitte la cornée de la feuille et se déplace vers le bas de la plante et pénètre dans la tige, au niveau du sol ou à quelques centimètres au dessus. A ce stade, deux sortes de symptômes sont observés, suivant la position du bourgeon terminal :

Quand l'initiation florale a déjà eu lieu, la larve peut se nourrir seulement de la tige initiale, creusant des tunnels à l'intérieur.

Si au contraire, le bourgeon terminal est encore présent, au niveau de l'entrée de la larve, celle-ci va s'attaquer au **bourgeon**, causant la mort du **coeur** de la plante (dead-hart).

La seconde génération attaque 45 à 55 jours après la levée.

Le principe d'attaque est le même que pour la première génération.

Par après la larve va s'attaquer au pédoncule ou bien aux entre-noeuds situés sous la panicule, déjà formée. Dans ces deux cas, on va observer la présence de tunnels à l'intérieur de la tige.

Si l'attaque a lieu lors de l'élongation du pédoncule, les tissus vasculaires peuvent être endommagés. Dans ce cas, on aura des panicules mal remplis ou complètement vides. Cependant l'attaque peut avoir lieu sans effet sur le remplissage des grains, mais parfois, le pédoncule, affaibli par les tunnels ne pourra pas supporter le poids de la panicule et se casse.

3.1.1.3. MOYENS DE CONTRÔLE.

Les résidus de récolte devraient être détruits complètement. Le contrôle chimique n'est pas généralement conseillé car trop coûteux. Les insecticides que l'on peut utiliser sont entre autres, Dipterex, Carbofuran ou Thiodan.

Cependant plusieurs applications seront nécessaires compte tenu des générations qui se suivent par saison de culture. En dehors de ces moyens chimiques, il est conseillé d'utiliser des variétés résistantes.

.../...

a) TECHNIQUE D'ELEVAGE EN LABORATOIRE.

L'élevage en laboratoire avec des aliments artificiels, a été mené avec succès pour plusieurs lépidoptères dont chilo. Pour le cas de chilo Partellus, larves et pupes sont collectées du champ déjà infesté, ensuite conduites au laboratoire où elles seront nourries avec des aliments artificiels. A l'âge adulte, mâles et femelles sont collectés et mis dans des cages pour l'accouplement. La composition de la ration pour chilo se trouve en annexe. (n:1)

b) INFESTATION EN CHAMP.

L'infestation en champ se fait à l'aide d'un applicateur du type Bazooka. Celui-ci a été monté au C.Y.M.M.Y.T. puis transformé par plusieurs utilisateurs dont l'ICRISAT, ICIPE etc....

Pour assurer une répartition homogène, les larves sont soigneusement mélangées avec des grains de très petite taille. (Papaver SP.. à l'ICRISAT). Le mélange ainsi obtenu est déposé dans la cornée des plants de sorgho à tester, et à chaque coup du Bazooka, on déverse 5 à 7 larves par plant. L'infestation est généralement effectuée, tôt le matin, entre 8 et 11H pour éviter un taux de mortalité élevé des larves à cause des températures très élevées. Mais, durant les périodes nuageuses, l'infestation peut se faire à n'importe quel moment de la journée.

D'après les études menées à l'ICRISAT, les attaques précoces de 15-25 jours après la levée, occasionnent des pertes d'environ 70% de la récolte escomptée. Tandis que les attaques tardives de 40-45 jours après la levée, contribuent à une perte d'environ seulement 30%.

En se basant sur ces données, l'infestation devrait avoir lieu deux fois, 20-22 jours après la levée et 40-50 jours après la levée.

.../...

3.1.2. LA MOUCHE DU SORGHO : ATHERIGONA SOCCATA.

3.1.2.1. DESCRIPTION ET BIOLOGIE.

L'adulte est une petite mouche de couleur grise. La femelle pond des oeufs ayant la forme d'une cigare sur la surface inférieure des feuilles, parallèlement à la nervure principale. Après l'éclosion, 1 à 2 jours la larve pénètre dans la plante par la gaine foliaire et détruit la jeune pousse centrale. A la fin du stade larvaire, la larve est de couleur jaune et mesure à peu près 6 mm de longueur. Le stade larvaire prend fin 8 à 10 jours. La pupaison dure elle aussi, 8 à 10 jours et le cycle complet se termine entre 17 et 21 jours. La pupaison peut avoir lieu dans la tige ou dans le sol.

3.1.2.2. SYMPTOMES D'ATTAQUE.

La jeune larve se nourrit de la feuille centrale et celle-ci flétri donnant l'aspect typique d'un coeur mort. Le coeur mort peut être facilement tiré à la main et elle émet une odeur de pourriture à sa base. L'attaque se fait normalement sur des plants âgés d'une semaine à 1 mois. Des fois, après la mort du coeur, certaines variétés émettent des talles à la base, qui elles aussi peuvent être attaquées à leur tour.

3.1.2.3. MOYENS DE CONTROLE.

Les mesures les plus rationnelles de lutte contre la mouche, sont l'ajustement des dates de semis, l'utilisation d'une densité de semis élevée, et l'utilisation des variétés résistantes. Des insecticides, bien que coûteux et difficiles à manipuler peuvent aussi être utilisés (Ex : Carbofuran).

3.1.2.4. TECHNIQUE DE CRIBLAGE.

Le principe à suivre est le même que pour chilo partellus. La détermination d'une zone hot-spot et l'étude de la population doivent être effectuées avant de démarrer les travaux de criblage. A l'ICRISAT, par exemple, la population d'Atherigona augmente en Juillet avec des pics en Août et Décembre.

Lors du criblage avancé en champ, les lignées seront semées en 2 ou 3 répétitions, et l'évaluation se fera sur base du nombre de coeurs morts et de l'oviposition (nombre d'oeufs pondus). Le nombre d'oeufs pondus est compté 14 et 21 jours après la levée, tandis que les coeurs morts sont comptés 21 et 28 jours après la levée. Les lignées qui auront moins de 60% de coeurs morts seront avancées et testées en cage. Une évaluation visuelle basée sur le nombre de coeurs morts sera aussi effectuée.

<u>Cote</u>	<u>Coeurs morts</u>
1	0 - 10%
2	10 - 20%
3	21 - 30%
4	31 - 40%
5	41 - 50%
6	51 - 60%
7	71 - 80%
	80%

Au cas où le témoin sensible a la côte 9, les lignées cotées 1 à 3 sont considérées comme résistantes. Celles dont la côte varie entre 7 et 9 sont considérées comme sensibles. Celles dont la côte est comprise entre 4 et 6 considérées comme modérément résistantes.

3.1.3 LA CECIDOMIE : CONTARINIA SORGICHOLA.

3.1.3.1. DESCRIPTION ET BIOLOGIE.

La cécidomie est une petite mouche de couleur rouge vif qui pond des oeufs dans les fleurons, lors de la floraison. Sa durée de vie est très courte (1 jour quelquefois) mais elle peut pondre de 75 à 100 oeufs et les asticots finissent leur croissance dans 9 à 11 jours. Ainsi une génération nécessite seulement 14 à 16 jours. Les larves se nourrissent du grain en développement et le détruisent. Le développement de la cécidomie est très rapide. Il y a lieu d'avoir 9 à 12 générations par saison culturale, ce qui entraîne une infestation très élevée surtout quand la floraison est très étalée, soit à cause des dates de semis échelonnées, soit par simple caractère variétal.

A. CRIBLAGE EN CHAMP.

Une fois qu'une zone hot -spot a été identifiée les semis doivent être ajustées de telle sorte que la floraison coïncide avec la période où la population de la cécidomie est à son niveau le plus élevé.

Un mélange de deux variétés sensibles de précocité différente est semé 3 semaines avant le matériel soumis au criblage. Quatre lignes des variétés sensibles sont semées chaquefois après 16 lignes

du matériel à tester. Des panicules infestées, contenant des larves en diapause sont éparpillées entre les lignes des variétés sensibles, lorsque celles-ci se trouvent au stade de formation de la dernière feuille.

Les panicules sont humidifiées pendant une quinzaine de jours afin de stimuler la fin de la pupaison et l'émergence des adultes.

Les adultes en provenance des larves en diapause vont alors constituer le début de l'attaque et compléter la population naturelle.

L'humidité nécessaire à l'activité de la cécidomie peut être fournie par irrigation par aspersion entre 15 H et 16 H de la journée. Pour contrôler les autres pestes, il y a lieu d'utiliser des insecticides de contact à la fin de l'anthèse, six à douze jours après l'émergence de la panicule. Pour éviter que certaines lignées (précoces et tardives) échappent à l'attaque, le même matériel à tester sera semé deux fois en respectant un intervalle de 15 à 20 jours.

B. CRIBLAGE EN CAGE.

Une petite cage spéciale entourée d'un tissu bleu est mis autour des panicules à 50% de floraison. La couleur bleu s'est avérée plus attractive que toutes les autres couleurs. 40 mouches sont relâchées dans chaque cage pendant 2 jours consécutifs. Pour avoir une infestation optimale, les mouches collectées en champ tôt le matin sont directement relâchées dans les cages. (Seules les femelles visitent souvent les panicules en floraison et sont elles qui sont collectées pour mener des essais).

C. EVALUATION DES DEGATS.

Cinq panicules dans chaque lignée sont marquées à 50% de floraison. Quinze jours après la floraison, l'évaluation se fait de la manière suivante

- Cinq branches primaires, chacune à partir du sommet, du milieu et de la base sont collectées. On enlève ensuite les branches secondaires et on mélange le tout soigneusement. Tirer ensuite au hasard les branches et séparer les grains développés et les grains vides dans un échantillon de 500 fleurons.

3.2. Les insectes de stockage.

Les insectes de stockage sont responsables des pertes importantes dans de petits et de gros stocks. Pour le sorgho seulement au Zimbabwe, les pertes ont été estimées dans l'ordre de 10 à 15% par an.

3.2.1. Les insectes importants destructeurs des grains stockés.

Les insectes attaquant les grains stockés peuvent être divisés en 2 groupes :

- Les insectes primaires : ceux qui sont capables de s'attaquer à des grains entiers et sains.
- Les insectes secondaires : qui vivent des grains déjà endommagés par les insectes (les grains broyés et les particules des grains...).

Un groupe des insectes primaires termine leur développement larvaire à l'intérieur de la graine, et un autre groupe vit et se développe à l'extérieur de la graine, tandis que les insectes secondaires vivent et complètent leur développement à l'extérieur du grain.

• Les insectes primaires sont :

- *Sitotroga cerealella*
- *Sitophilus oryzae*
- *Sitophilus granarius*
- *Sitophilus zeamais*
- *Rhyzopertha dominica*
- *Prostephanus truncatus*
- *Tenoboides mauritanicus*.

• Les insectes secondaires :

- *Oryzaephilus surinamensis*
- *Tribolium castaneum*
- *Tribolium confusum*
- *Cryptolestis pusillus*
- *Ahasverus advena*
- *Typhaea stercorea*
- *Trogoderma granarium*.

Dans ce chapitre nous développerons les plus importants tels que *Sitophilus* et *Sitotroga*.

Les adultes vivent très longtemps (plusieurs mois à une année) et les oeufs sont pondus durant toute la vie de l'adulte, bien que 50% sont pondus dans les 4 à 5 premières semaines. La femelle pond jusqu'à 150 oeufs. La femelle creuse de petites galeries dans les grains des céréales où sont déposés les oeufs et chaque oeuf est protégé par des sécrétions gélatineuses produites par la femelle. L'incubation dure environ 6 jours à 25°C et la ponte s'effectue entre 15°C et 35°C (avec un optimum de 25°C) et à une humidité relative supérieur à 10%. Après l'éclosion, la larve commence à se nourrir à l'intérieur du grain, creusant une galerie où il se développe.

La pupaison se fait à l'intérieur du grain, et l'adulte nouvellement développé s'échappe du grain laissant un petit orifice rond caractéristique.

Le cycle total de développement varie de 35 jours sous les conditions optimales à plus de 110 jours dans des conditions sub-optimales. La longueur cycle de vie dépend aussi de la qualité du grain infesté.

La préférence de nourriture pour les 2 espèces est variable : S.Zeamais préfère le maïs, tandis que S.Oryzae préfère le blé et d'autres grains comme le grain de sorgho.

b). Source d'infestation.

Les insectes de stockage peuvent attaquer les grains en champs à la maturité des épis. C'est le cas du Sitotroga et du Sitophilus. Par ailleurs, après récolte, les grains peuvent être endommagés par les insectes des stocks précédents. Quand les entrepôts n'ont pas été soigneusement nettoyés avant le stockage des nouvelles récoltes.

3.2.1.3. Méthodes de lutte.

A. Les méthodes préventives :

- Récolter à temps
- Un bon séchage (le taux d'humidité ne doit pas dépasser 9%)
- Nettoyage des entrepôts avant le stockage.

B. Méthodes de contrôle direct;

- Utilisation des variétés résistantes (sorgho à endosperme corné)
- Utilisation des insecticides (ex. le malathio, ferrithion, pyrethrins, carbaryl....).
- Usage des fumigants.

Les pourcentages, les plus élevés ont été observés sur le Mil (soit 24,6%, et sur le riz, 18,8%). Il existe deux manières par lesquelles, les oiseaux causent des dégâts : les dégâts enregistrés sur la partie consommée, et ceux observés sur la partie détruite. La quantité consommée par Ouelea se situe entre 2 et 5 grammes de graines par tête et par jour, tandis que la quantité additionnelle de dégâts dépend de l'âge de la culture.

Au stade grain laiteux, Ouelea pince et suce le contenu de la graine et consomme une très petite quantité, raison pour laquelle elle s'attaque à plusieurs graines.

Le sorgho est plus vulnérable au stade grains laiteux et Ouelea peut causer des dégâts équivalents à 100 grammes de graines par jour et par tête. Quand le sorgho est au stade grains pâteux ou en cours de maturité, les oiseaux tirent souvent la graine, la manipulent dans leurs becs afin d'enlever l'épiderme et atteindre son contenu.

Durant ce processus, les oiseaux cassent très souvent la graine en plusieurs morceaux, qui sont éparpillés sur le sol.

4.2.1. Méthodes de contrôle.

4.2.1.1. Méthodes non létales.

- gardiennage
- variétés résistantes
- variétés photosensitives
- ajustement des dates de semis
- utilisation des champs moins attirants
- récolte avant la maturité complète
- barrières physiques
- repoussants chimiques.

4.2.2.2. Méthodes létales.

- produits chimiques

CHAP.V. VISITES DES INSTITUTS DE RECHERCHE SUR L'ENTOMOLOGIE.

Dans le même cadre de notre formation, nous avons eu l'occasion de visiter deux instituts de recherche sur l'entomologie basés au Kenya :

- CAB/KARI, spécialisé dans la lutte biologique
- ICIPE, pour ce qui est de l'entomologie en général.

5.1. CAB/KARI:

C.A.B. : Bureau Agricole du Commonwealth.

K.A.R.I: Institut Kenyan de Recherche Agricole.

Ces deux institutions collaborent en matière de recherche agricole en général et sur l'entomologie en particulier.

La Station que nous avons visitée est spécialisée dans la lutte biologique. Elle entreprend l'identification des insectes, acariens, et d'autres arthropodes partiellement ou potentiellement nuisibles, prédateurs, parasitoids, et d'autres groupes importants pour l'agriculture. Comme résultats déjà obtenus et diffusés, on peut signaler entre autres :

- La lutte biologique contre l'acarien vert et la cochenille du manioc.
- La lutte biologique contre la cochenille du manguier etc....

5.2. I.C.P.E.: Centre International d'écologie et de physiologie des insectes.

Ce centre est situé dans la zone Sud-Est du Kenya où la plupart des insectes sont présents et où les agriculteurs sont les plus démunis. Ces deux facteurs ont orientés le choix de ce site. Ce centre travaille sur 5 cultures :

- Le maïs
- Le sorgho
- Le vigna
- Le bananier

Les insectes visés sont :

a) Les borers pour le maïs et le sorgho :

- Chilo partellus
- Eldana Sacharina
- Busseola Fusca
- Sesmia Calamistis

b) Mouche des repousses pour le sorgho.

c) Borer du vigna : Maruca testulalis.

d) Charançon du bananier : Cosmopolites sordidus.

Après avoir étudié la biologie des insectes et leur comportement vis à vis des plantes hôtes, les recherches menées à ICIPE sont orientées vers les moyens de contrôle.

Parmi les moyens qui ont été déjà développés on peut citer :

- Les moyens biologiques (Ennemies naturelles).
- Les moyens chimiques.
- Source de résistance.

Les insectes sur lesquelles travaillent ces deux institutions sont aussi présents au Rwanda. Mais les techniques qu'elles ont déjà développées sont difficiles à transférer dans notre pays.

CHAP. IV. TENEUR EN TANNIN DU SORGHO ET CONTROLE DES OISEAUX.

4.1. Teneur en tannin

Le tannin est un groupe de composés phénoliques que l'on trouve aussi dans certains fruits et certaines herbes. Ces composés ont été nommés tannin, car ils convertissent la peau de certains animaux en cuir, lors du processus de tannage. Les tannins sont aussi présents dans certains produits de consommation humaine comme le thé, le café ou le vin. Dans les variétés de sorgho, la teneur en tannin est liée à la structure de la graine. Suivant leur teneur en tannin, les variétés de sorgho peuvent être classées en 3 groupes :

I. Variétés sans tannin,

II. Variétés avec tannin mais à un niveau modéré,

III. Variétés très riches en tannin.

Toutes les variétés brunes, résistantes aux oiseaux sont classées au groupe III. (Majorités des variétés cultivées au Rwanda).

La présence de tannin présente des avantages tout comme elle a des inconvénients.

Comme avantages, les variétés riches en tannin, sont résistantes aux oiseaux. Raison pour laquelle ces variétés sont plus cultivées dans les zones où les dégâts des oiseaux sont importants.

(Rwanda, Burundi, Uganda, etc...)

Par ailleurs les variétés riches en tannin sont tolérantes aux moisissures et germent très rarement sur pied.

Cependant ces variétés sont d'une faible valeur nutritive.

Il existe néanmoins des procédés qui permettent d'éliminer ou de réduire la teneur en tannin :

- Procédés traditionnelles (ex: traitement à l'aide de la cendre, utilisé au Rwanda et au Sud de l'Uganda).
- Trempage
- Cuisson.
- Sélection des variétés à faible teneur en tannin.

4.2. Contrôle des oiseaux.

Plusieurs espèces d'oiseaux s'attaquent au sorgho. En Afrique Ouelea est l'espèce la plus destructive et la plus ancienne. D'après les études menées en l'Afrique de l'Ouest, il a été prouvé que les pertes dues aux oiseaux s'élèvent à 6,9% des récoltes en moyenne, pour toutes les céréales.

3.2.1.1. Sitotroga Cerealella (Olivier).

a). Description et biologie

Les ailes sont pâles, brunes-âcres et souvent avec une petite tache noire à leur moitié. Elles sont longues de 10 à 15mm. Les ailes ont par ailleurs une frange de poils, plus longs que la largeur d'une aile normale et sont pointues au sommet. Après son complet développement, la femelle pond des oeufs séparément ou en masse sur le grain. Le nombre d'oeufs est variable mais peut atteindre 200 au total pour une durée de vie de 5 à 10 jours.

Après l'éclosion, la larve perce dans le grain. La mortalité larvaire est élevée dans les grains durs. A 30°C et 80% d'humidité relative le développement larvaire est complet environ dans 19 jours. L'humidité de 50 à 90% a un effet sur le taux de développement. Les bonnes températures de développement sont 16 et 35°C. Avant la pupaison, la larve crée une chambre en bas du grain, formant ainsi un petit trou circulaire. Le nouveau-né passe à travers le petit trou laissant un petit trou rond caractéristique. Le cycle complet de vie est de 28 jours à 30°C et 80% d'humidité relative.

b). Vie et Comportement :

C'est un important ravageur primaire pour tous les grains des céréales dans les tropiques et beaucoup de régions à hautes températures. Les grains des céréales sont souvent infestés en champ avant la récolte et durant le stockage.

c). Les ennemis naturels.

Parmi les ennemis naturels du *Sitotroga cerealella*, on peut citer :

- Hobrocytus cerealella Ashmead (Hyménoptère: Pteromalidae).
- Bracon Hebtor (Hyménoptère : Braconidae),
les deux parasitent les larves.
- Trichogramma spp (Hyménoptère : Trichogrammatidae)
parasitent les oeufs ainsi que Blattisolina tarsalis.

3.2.1.2. Sitophilus Oryzae (Linnaeus) et Sitophilus zeamais Motschulsky.

Sitophilus oryzae et *Sitophilus zeamais* sont presque semblables extérieurement. Tous les deux ont un rostre caractéristique, 2 antennes coudées qui sont en position étendue quand l'insecte se déplace. Les deux espèces ont 4 taches rougeâtres sur les élytres. La distinction du *S. Oryzae* et du *S. Zeamais* exige l'examen des organes génitaux. Les larves se trouvent normalement dans les galeries forées dans les grains des céréales.

Ceci donnera le nombre de fleurons vides par 500 fleurons. Les fleurons vides sont par la suite pressés entre deux angles au moyen d'une pince, pour déterminer le nombre de ceux qui sont atteints par la mouche; dans un échantillon de 500.

A la maturité il y a lieu aussi de donner une côte visuelle de 1-9.

COTE

FLEURONS ATTAQUES.

1	10%
2	10 -20%
3	21 -30%
4	31 -40%
5	41 -50%
6	51 -60%
7	61 -70%
8	71 -80%
9	80%

Quand le témoin sensible est côté 9, les lignées côtés 1 - 3 sont considérées comme modérément résistantes et entre 7 et 9 elles sont sensibles.

3.1.4. PUNAISE DE LA PANICULE : "Calacolis angustatus".

3.1.4.1. DESCRIPTION ET BIOLOGIE.

La femelle adulte mesure environ 5 mm de long et un peu plus de 1 mm de large. Elle est de couleur jaun^e -vert. Elle pond des oeufs en forme des cigare sous les glumes et entre les anthères. Chaque femelle peut pondre de 150 à 200 oeufs. La couvaison dure normalement moins d'une semaine, tandis que le cycle vital complet prend moins de 3 semaines. Ainsi au moins deux générations peuvent s'attaquer à sur une même culture quand la floraison est étalée.

3.1.4.2. SYMPTOMES.

Nymphes et adultes s'attaquent aux panicules dès leur émergence, et sucent la sève en provenance des grains en développement. Les jeunes grains ainsi attaqués se dessèchent et la production en est sérieusement affectée. Sur des grains plus âgés on trouve des perforations nettes.

3.1.4.3. MOYENS DE CONTROLE.

Contrôle biologique en utilisant des prédateurs. Les panicules lâches sont moins attaquées que les panicules compactes. Le carbaryl-poudre permet aussi de contrôler cette mouche. Les techniques de criblage pour la résistance sont les mêmes que pour la cécidomie.

Une certaine proportion de pupes entrent en diapause, à l'intérieur des épillets et par conséquent la destruction des résidus de récolte à un effet très significatif sur la réduction de la population de la cécidomie.

3.1.3.2. SYMPTOMES D'ATTAQUE.

L'attaque du jeune ovaire par les larves entraîne la formation de très petites graines ou une absence totale de graines. La présence d'une larve dans la graine peut être vérifiée en pressant les glumes entre les ongles ou à l'aide d'une pince. Au cas où la larve est présente, un suintement rougeâtre ~~sort des~~ ~~glumes~~, et n'est rien d'autre que le contenu du corps de la larve. Plus tard l'attaque peut se reconnaître par la présence de toiles vides sur les glumes.

3. 1.3.3. MOYENS DE CONTROLE.

Les semis **précoces** et uniformes constituent un moyen efficace et rationnel de contrôle de la cécidomie.

3. 1.3.4. CRIBLAGE POUR LA RESISTANCE A LA CECIDOMIE.

Il est très difficile d'avoir une infestation **uniforme** de cécidomies cause de plusieurs facteurs :

On peut citer entre autres :

- a) Floraison échelonnée
- b) Fluctuation rapide de la population de la cécidomie
- c) Compétition avec d'autres ravageurs, comme les punaises
- d) Existence des parasites et prédateurs
- e) Sensibilité de la cécidomie à la température et à l'humidité relative.

Une grande proportion de variétés sélectionnées comme résistantes à la cécidomie sont en général des variétés précoces et tardives qui échappent à l'attaque. C'est pour cette raison d'ailleurs que la résistance observée sous des conditions naturelles d'infestation peut différer suivant les saisons ou les sites.

A. TECHNIQUE DE CRIBLAGE EN CHAMPS.

Elle consiste à semer en intercallaire quatre par quatre, des rangées d'une variété sensible dès que la population de la mouche commence à augmenter. Une semaine après la levée, on place des sachets pleins de farine de poissons (ou un autre attractif) entre les différentes rangées pour attirer les mouches.

Trois semaines plus tard, on procède au semis des lignées à tester, en général 24 rangées entre quatre rangées de la variété sensible.

Ainsi les mouches en provenance des rangées sensibles vont attaquer le matériel à tester, qui alors se trouve à l'âge le plus vulnérable.

B. TECHNIQUE DE CRIBLAGE EN CAGE.

Cette technique est utilisée essentiellement pour confirmer les résultats obtenus en champs et pour déterminer les différents mécanismes de résistance.

Des mouches vivantes sont collectées du champs à l'aide des pièges, à la farine de poisson. Elles seront ensuite maintenues au laboratoire, pendant un jour avant d'être relâchées dans les cages.

Les mouches collectées sont des femelles déjà fécondées et se mettent à pondre dès qu'elles sont relâchées dans les cages. Pour assurer une infestation élevée (plus de 90% sur une lignée sensible) on relâche 40 femelles pour 100 plants et par jour ou 20 femelles pour 100 plants en deux jours. Cette technique peut être utilisée en donnant plusieurs choix aux mouches ou en n'offrant qu'un seul choix, c.à.d qu'on mettra soit plusieurs ou une seule variété dans chaque cage.

C. EVALUATION DES DEGATS.

Lors de l'évaluation préliminaire en champ où l'on est amené à tester plusieurs lignées à la fois, l'évaluation des dégâts basée sur le nombre de coeurs morts se fait à l'âge de 28 jours. Il s'agit de compter les plants sains et les plants attaqués et de calculer le pourcentage d'attaque. Seront avancées les lignées qui auront 0 à 60% de coeurs morts.

C. EVALUATION DES DEGATS.

Les observations suivantes sont effectuées pour évaluer les dégâts :

1. DEGATS SUR LES FEUILLES.

Les dégâts sur les feuilles sont évalués, une semaine après l'infestation naturelle. Les paramètres qui seront tenus en considération sont :

- Le nombre total de plant
- Le nombre de plants attaqués sur les feuilles
- La côte générale d'attaque.

<u>COTE</u>	<u>NOMBRE DE FEUILLES ATTAQUEES</u>	<u>SUPERFICIE FOLIAIRE ATTAQUEE (mm²)</u>
1	1-2	150
2	1-2	150-300
3	2-3	300-450
4	2-3	450-600
5	3-4	600-700
6	3-4	750-900
7	4-5	900-1050
8	4-5	1050-1200
9	5-6	1200

2. COEURS MORTS.

Le comptage des coeurs morts se fait 3 semaines après l'infestation artificielle, et 3 et 6 semaines après l'infestation naturelle.

On compte le nombre total de plants, le nombre de plants avec des coeurs morts et on donne une côte visuelle de 1-9.

3. EVALUATION A LA RECOLTE.

A la récolte les observations à faire porteront sur :

- Le nombre de panicule indemmes
- Le nombre de panicules vides ou partiellement remplies
- Le nombre de panicules cassées
- La visuelle de 1-9 pour les panicules vides et ou cassées
- Poids à la récolte.

3.1.1.4. TECHNIQUES DE CRIBLAGE POUR LA RESISTANCE.

La meilleure technique de criblage devrait permettre d'avoir une infestation uniforme d'insectes avec une population désirée.

Deux techniques sont actuellement utilisées pour chilo partellus :

- Criblage sous des conditions naturelles d'infestation.
- Criblage faisant recours à l'infestation artificielle.

A. CRIBLAGE POUR LA RESISTANCE SOUS DES CONDITIONS NATURELLES D'infestation.

a) HOT - SPOT.

Hot-spot est un endroit où la population d'un peste apparaît naturellement d'une façon régulière et à des niveaux pouvant occasionner des dégâts importants aux cultures. C'est dans ces endroits qu'aura lieu le criblage pour la résistance sous des conditions naturelles d'infestation.

b) DATE DE PLANTATION.

Lors d'un criblage sous des conditions naturelles, les dates de plantation doivent être ajustées de manière à faire coïncider, le stade où la culture est plus sensible à l'attaque avec la période où la population du peste est à son niveau maximum. Ceci, peut être déterminé, par des études menées au préalable en vue de connaître le développement de la population du peste en question. Pour chilo, ces études menées en Inde ont montré que chilo est plus active à Hisar en Août-Septembre. Par conséquent les semis effectués entre la 1ère et la 3ème semaine du mois de Juillet auront le maximum de dégâts.

3. CRIBLAGE SOUS DES CONDITIONS ARTIFICIELLES D'INFESTATION.

L'infestation artificielle permet d'avoir, une infestation homogène suffisante et à une période désirée. Elle est essentielle, soit pour confirmer les résultats obtenus sous des conditions naturelles, soit pour déterminer le mécanisme de résistance. Cependant, cette technique nécessite, un nombre important d'insectes qui sont élevés en laboratoire.

CHAP. III. LES INSECTES RAVAGEURS DU SORGHO.

Les insectes qui attaquent le sorgho peuvent être classés en deux catégories :

- a) Les insectes qui attaquent en cours de végétation
- b) Les insectes de stockage.

3.1. LES INSECTES QUI ATTAQUENT EN COURS DE VEGETATION.

Plusieurs insectes attaquent le sorgho au stade végétatif. Cependant quatre d'entre eux attirent l'attention des chercheurs vue l'importance de leurs dégâts, à travers le monde.

Il s'agit, du borer des tiges (*Chilo partellus*) de la mouche du sorgho (*Atherigona soccata*), de la cécidomie (*Contarinia sorghicola*) et de la punaise paniculaire (*Calacolis angustatus*).

3.1.1. BORER DES TIGES : CHILO PARTELLUS.

Chilo partellus est une peste important du sorgho, en Asie, en Afrique de l'Est et en Afrique Australe. Il attaque depuis deux semaines après la levée jusqu'à la récolte et affecte toutes les parties de la plante sauf les racines.

3.1.1.1. DESCRIPTION ET BIOLOGIE.

La femelle pond 400 à 500 oeufs déposés en masse de 10 à 100 oeufs, sur la surface inférieure des feuilles généralement près de la nervure principale. Les oeufs sont plats et ont la forme d'écaille d'environ 0,8 mm de long.

La couvaison dure 4 à 6 jours, tandis que le développement de la larve se termine 19 à 27 jours après. La période larvaire peut être prolongée selon les conditions climatiques.

En général cette période est allongée, là où on enregistre des températures très basses ou très élevées. La pupaison a lieu dans la tige et l'adulte émerge après 7 à 10 jours. Pendant la saison sèche, les larves entrent en diapause. Cette diapause prend fin à l'arrivée des premières pluies, et la pupaison a lieu donnant naissance à la première génération des adultes. Le cycle complet prend environ 29 à 33 jours et il y a au moins 3 générations par an.

Les racines secondaires se développent à partir du premier noeud. Ce sont les racines qui, en se développant constituent la système racinaire abondant de la plante. Par la suite les racines primaires meurent. Des racines adventives peuvent apparaître plus tard sur les noeuds inférieurs et peuvent être nombreuses, si le plant n'est pas en bonnes conditions. Ces racines ne sont pas fonctionnelles quant à l'alimentation en eau et en aliments mais servent de support à la plante.

2.3. LES ORGANES DE REPRODUCTION.

2.3.1. LES EPILLETES SESSILES.

Un épillet sessile a 2 glumes (interne et externe) qui sont serrés sur la graine ou béant à maturité. Les glumes sont verts à la floraison mais deviennent crème, jaune, rouge, brun, pourpre ou noir à la récolte.

Ils sont poilus ou glabres, coriaces et durs chez quelques variétés, friables et minces chez d'autres. Les glumes entourent 2 fleurons, le plus haut étant normal, le plus bas stérile.

Il existe 3 étamines et un seul ovaire avec 2 longs styles se terminant par le stigmate. Certaines variétés produisent 2 graines par fleuron et sont appelées des jumeaux.

2.3.2. LES EPILLETES PEDICELLES.

Les pédicelles peuvent être courts ou longs (0,5 - 3mm).

Les épillets consistent en 2 glumes qui couvrent 2 fleurons, le plus haut étant mâle avec un lemma entourant 3 anthères. Le second fleuron est stérile et représenté par un lemma.

Dans de rares cas, l'épillet pédicellé à un ovaire fonctionnel et produit de petites graines.

2.3.3. FLORAISON.

Normalement l'inflorescence du sorgho commence à fleurir quand l'élongation du pédoncule est terminée. La première fleur à s'ouvrir est soit, la dernière ou la seconde fleur de la branche située au niveau le plus bas. Sur une même branche, les épillets pédicellés s'ouvrent 2 à 4 jours avant les épillets sessiles. La floraison s'achève dans 6 à 15 jours, selon les variétés et la longueur de la panicule, l'humidité, la température etc.....

2.1.2. RACE GUINEA.

* La race Guinea est caractérisée par des longs panicules lâches, glabres, des épillets sessiles exposant le grain, glumes involutées, largement ouvertes, quand ils sont mûrs.

Epillets pédicellés tous deux persistants, grain petit à grosseur moyenne, biconvexe, presque ovale mais un peu aplati.

La couleur du grain est claire ou un peu pigmenté. Les plants sont moyens à longs avec un faible rendement. Les grains sont durs, vitreux et se conservent bien.

2.1.3. RACE CAUDATUM.

* La race Caudatum aurait été probablement sélectionné directement dans la race bicolor. Les grains sont nettement asymétriques, le côté proche de la glume inférieure étant plat ou même un peu concave, l'opposé arrondi et bombé.

Le style souvent persiste sous forme d'une pointe terminale tournée vers la glume inférieure. La longueur de la glume est au plus de la moitié de celle du grain.

2.1.4. LA RACE KAFIR.

* La race Kafir est caractérisée par des panicules érigées, allongées, semi-compactes avec des branches cylindriques et des épillets sessiles barbus, mais des glumes presque brunâtres à maturité.

Les grains sont parfois comprimés elliptiquement, aplati ou biconvexe ; les plants sont de hauteur moyenne avec un haut rendement.

2.1.5. LA RACE DURRA.

* La race Durra dérive probablement de la race bicolor. Les sorghos de race "durra" sont caractérisés par des panicules raides et compactes ovales à oblongues, et couverts de poils denses.

Le pédoncule est souvent recourbé mais occasionnellement érigé.

Les branches des panicules sont courtes, semi-dressées et poilues, les pédicelles ouverts largement et persistants.

CHAP. I. LES BASES FONDAMENTALES DE LA RECHERCHE ENTOMOLOGIQUE.

Les insectes existent depuis plus de 350 millions d'années. Dans l'histoire de l'humanité ils ont joué des rôles variés même dans l'alimentation humaine (ex : les abeilles).

Il doit y avoir eu une période où les insectes ont vécu en harmonie avec l'homme et ce que nous considérons aujourd'hui comme maladies ou calamités n'étaient que des facteurs résultant d'un équilibre naturel. Ces facteurs existent encore mais l'homme les considère différemment que par le passé. Cependant l'homme est devenu le principal facteur du bourversement de l'équilibre naturel. Ceci est dû à 4 causes majeures :

- Le développement de l'agriculture
- La domestication des animaux
- Stockage des denrées
- L'explosion de la population humaine.

Ce que l'homme fait en vue de mieux comprendre les populations des insectes peut être défini comme étant l'entomologie appliquée.

Ceci suppose la compréhension de l'insecte et de l'environnement où il vit. La recherche classique sur l'entomologie nous mène aux étapes suivants :

- L'identification de l'insecte
- Distribution géographique de l'insecte
- L'incidence et l'évolution des populations d'insectes
- Importance économique
- Mesures de contrôle.

.../...

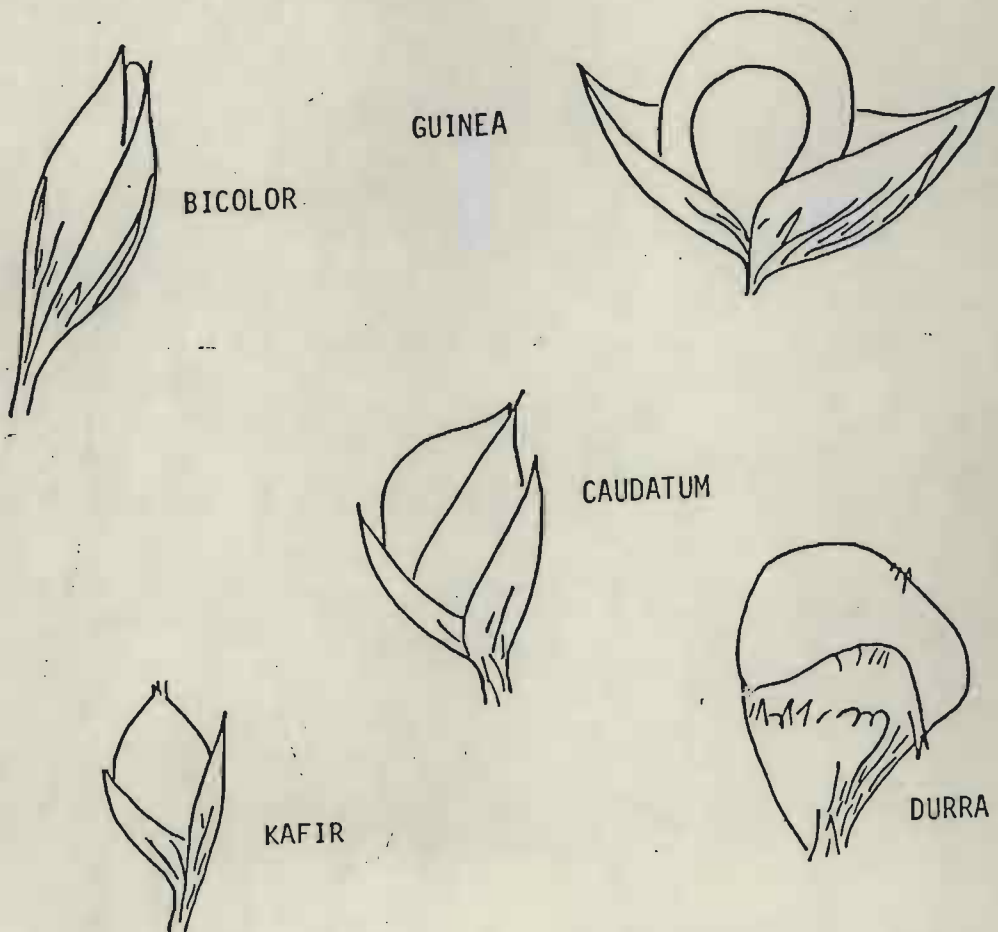


Figure 1. Classification des sorghos selon le type d'épillet:

Annexe n° 1:

Composition de la ration du chilo partellus à
l'ICRISAT.

Ingrédient

Quantité

Fraction A

Eau	2 l
Farine de Kabuli	438,4 g
Levure	32 g
Acide sorbique	4 g
Vitamine E	4,6 g
Parahydroxy benzoate de Metyle	6,4 g
Acide Ascorbique	10,4 g
Poudre des feuilles de sorgho	160 g

Fraction B

Agar-agar	40,8 g
Eau	1600 ml
Formaldehyde (40%)	3,2 g

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

to

SORGHUM AND MILLET SHORT COURSE

ON ENTOMOLOGY

SPONSORED

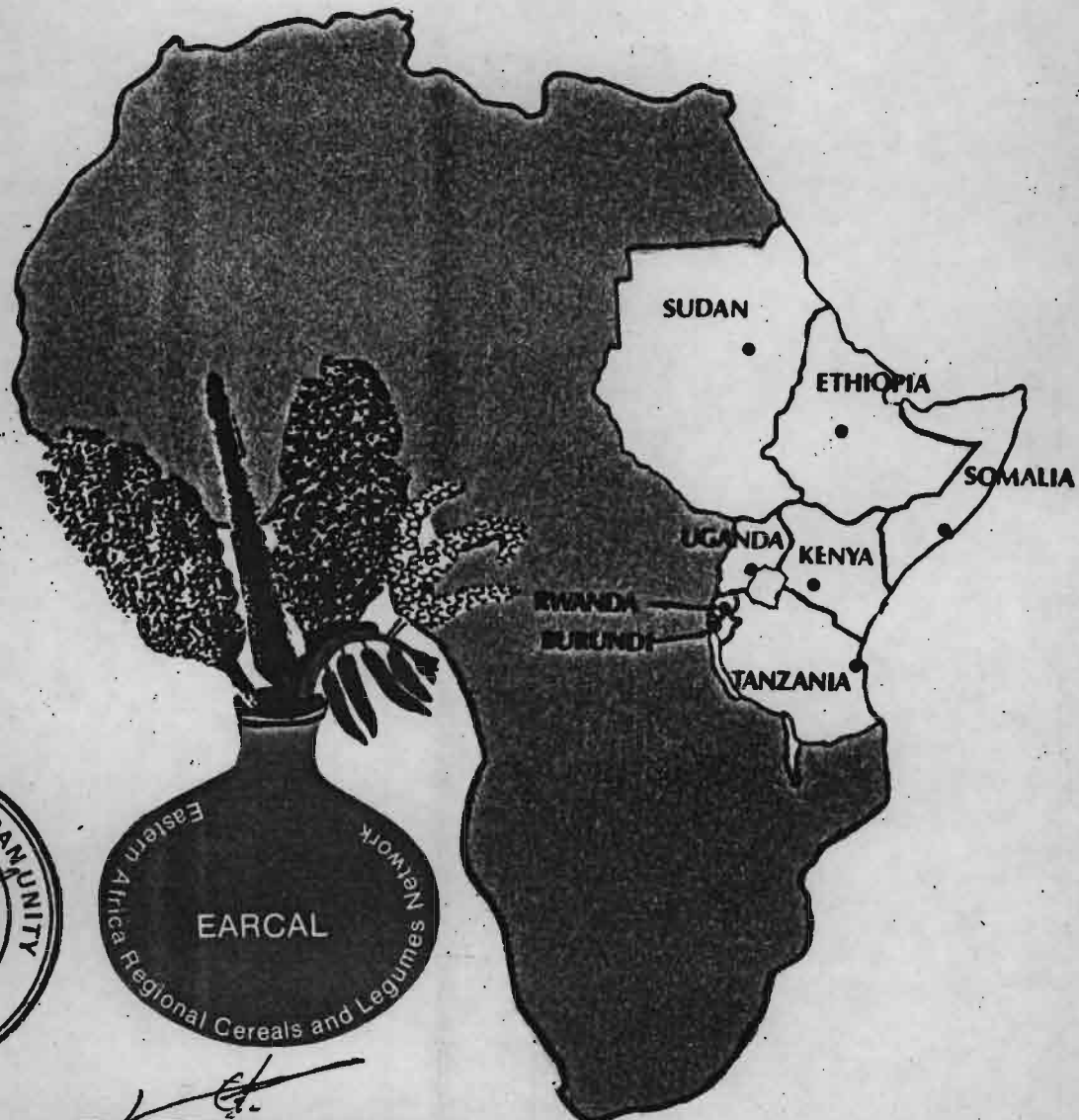
BY

SAFGRAD/ICRISAT

TO HABYALIMANA JEAN NEPOMUSCENE

Held in

NAIROBI, KENYA, JUNE 20 to 30 1989



[Signature]
EARCAL CO-ORDINATOR

CERTIFICATE OF PARTICIPATION

to

SORGHUM AND MILLET SHORT COURSE

ON ENTOMOLOGY

SPONSORED

BY

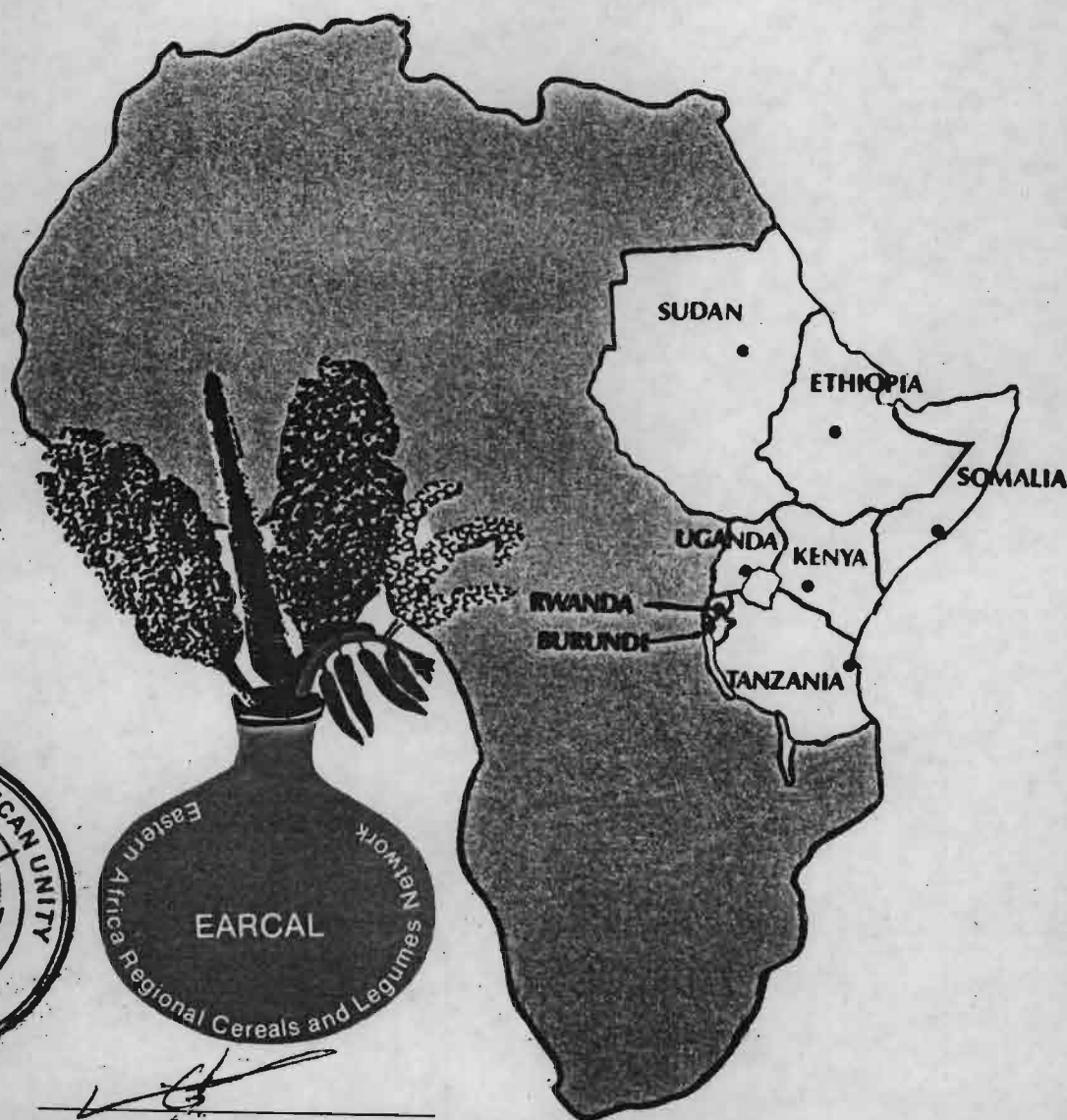
SAFGRAD/ICRISAT


TO _____

DIOGENE RWANGABWOBA

Held in

NAIROBI, KENYA, JUNE 20 to 30 1989





EARCAL CO-ORDINATOR

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Le sorgho occupe une place importante dans l'agriculture rwandaise et est cultivé dans presque toutes les régions agricoles du pays, que ce soit en basses, moyennes et hautes altitudes.

Cependant les rendements que nous enregistrons sont encore d'un niveau bas. Cela serait dû à plusieurs contraintes, notamment

- la pauvreté du sol
- les techniques culturales
- l'attaque des maladies et d'insectes en cours de végétation.
- l'insuffisance ou l'excès de pluies
- Différentes méthodes de contrôle des insectes existent à savoir :
 - les pratiques culturales
 - la lutte chimique
 - la lutte biologique
 - la résistance variétale
 - la mise en quarantaine
 - la lutte intégrée.
- Certaines techniques actuellement développées par les instituts spécialisés en entomologie sont honorables et ne sont pas transférables au Rwanda. Néanmoins, il y en a d'autres qui peuvent être initiées avec le peu de frais dont nous disposons comme la "lutte biologique" qui est un moyen de contrôle sûr, peu coûteux et ne représentant pas de danger.
 - L'élaboration d'un programme de recherche entomologique bien conçu est indispensable, pour pouvoir préconiser des mesures de contrôle adéquats aux agriculteurs
 - Une mise sur pied d'un laboratoire modeste d'entomologie à l'ISAR doté des moyens matériels et d'un personnel qualifié s'avère indispensable pour la conduite d'un élevage d'insectes nécessaires au criblage du matériel en champ ou à l'application de la lutte biologique.
 - Dans le souci de connaître l'importance et de suivre les fluctuations des populations dans les zones les plus emblavées en sorgho, les prospections régulières sont nécessaires.