

La post-récolte en Afrique

Actes du Séminaire International
tenu à Abidjan Côte d'Ivoire
29 janvier au 1^e février 1990



Éditeurs :
Kouahou Foua-Bi
Bernard J.R. Philogène



AUPELF • U R E F

LA POST-RÉCOLTE EN AFRIQUE

Actes du Séminaire International tenu à Abidjan
Côte d'Ivoire 29 Janvier au 1er Février 1990

Comité Scientifique

M. Kouahou FOUA-BI
M. Bernard J.R. PHILOGÈNE
M. Claude DEROANE
M. Inesdane ALZOUOMA
M. Jérémy MCNEIL
M. Ousmane KANE
M. Alphonse KAMENAN
M. Anatole KOSSA

Organisé conjointement par :

- l'Université des Réseaux d'Expression Française (UREF)
- l'Université Nationale de Côte d'Ivoire Abidjan
- l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA)

avec le concours de :

- l'Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques (AISA)
- le Centre Ivoirien de Recherche Technologique (CIRT)
- l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'Agriculture (FAO)
- Centre de Recherche pour le Développement International (CRDI)
- le CTA

**Éditeurs: Kouahou Foua-Bi
Bernard J. R. Philogène**

La publication de ces actes a été rendu possible grâce à la collaboration du Service de Production Audio-Visuelle et du Vice-Rectorat (Enseignement et Recherche) de l'Université d'Ottawa (Canada).

SOMMAIRE

Liste des participants.....	5
Préambule K. Foua-Bi.....	7
Conférence inaugurale par V. Labeyrie.....	9
PARTIE 1 : <u>Problématique de la post-récolte en Afrique.</u>	15
1.1. La situation de la post-récolte en Afrique du Nord El Houssine Bartali.....	17
1.2. La situation de la post-récolte en Afrique sahélienne I. Alzouma.....	22
1.3. La situation du secteur post-récolte au Mali Kanté Assa Bore.....	29
1.4. Quelques considérations sur la technologie post-récolte des céréales et légumineuses locales Ousmane Gaye.....	35
1.5. La post-récolte du riz au Sénégal : Bilan des activités du pro- gramme national de technologie rizicole après récolte Demba K. Tandia.....	43
1.6. La situation de la post-récolte en Afrique occidentale forestière Kodjo K. Aluka.....	51
1.7. La situation de la post-récolte au Bénin : Acquis du service national de la protection des végétaux Petra Multu et Philippe Hountondji.....	58
1.8. Amélioration de l'après-récolte de la banane en Côte d'Ivoire : A. Soler, N'Da Adopo.....	67
1.9. Situation de post-récolte en Afrique Centrale Jacob Foko.....	75
1.10. Stockage des haricots au Rwanda : Situation, problématique et solution Maniraho Sylvère et Kayinamura Phocas.....	88
PARTIE 2 : <u>Biologie et écologie des stocks.</u>	99
2.1. Observations préliminaires sur la flore fongique des semences d'arachide au Cameroun J.Foko.....	101
2.2. Les affections post-récolte dues aux microorganismes fongi- ques observées au Congo sur tubercules et maïs C. Makambila et P.M. Loubana.....	106

2.3. Effet de l'acide propionique et de la durée de conservation sur la teneur en aflatoxine B1 d'un aliment de volaille Aphing Kouassi Nicole.....	112
2.4. Données préliminaires sur l'impact de <i>P. Bruchidius atrolineatus</i> (Pic) et de <i>Callosobruchus maculata</i> (F) dans les cultures et les stocks de Niébé (<i>Vigna unguiculata</i> Walp au Togo) Nuto Y, G	118
2.5. Importance des plantes sauvages sur la contamination des stocks d'arachide (<i>Arachis hypogae</i>) par <i>Caryedon serratus</i> (Ol.) Coléoptère <i>Bruchidae</i> Diallo B et Pierre D.....	125
2.6. Le Grand Capucin du maïs. <i>Prostephanus truncatus</i> Horn : situation et perspectives Bernard J.R. Philogène.....	132
2.7. Etude de l'action biologique des doses sublétales de perméthrine vis-à-vis du Grand Capucin du grain <i>Prostephanus truncatus</i> (Horn) Col. <i>Bostrychidae</i> E. Haubruge, Ch. Verstraeten et Ch. Gaspar	138
2.8. Etude de la susceptibilité du grain de maïs (<i>Zea mays</i>) aux attaques du grand Capucin. (<i>Prostephanus truncatus</i> Horn). <i>Coleoptera, Bostrychidae</i> B. Conilh de Beyssac, J. Thor Arnason et Bernard J.R. Philogène.....	146
2.9. Etude de l'effet des lipides des graines d' <i>Annoma squamosa</i> L et de Tetraptera sur la conservation des grains de maïs Foma Mazibo.....	152
2.10. Approche économique et développement d'une approche de lutte intégrée contre les insectes ravageurs des stocks de maïs, de mil et de niébé en milieu paysan Dogo Seck.....	155
2.11. Le complexe entomologiste des stocks d'ignames des paysans en Côte d'Ivoire Foua-Bi Kouahou.....	161
2.12. Influence du degré de maturation sur la conservation du plantain Gnakri D.....	170
PARTIE 3 : Technologie et transformation.....	179
3.1. Méthodes traditionnelles de conservation de l'igname au Burkina Faso Beré P. Augustin et Kabré T. Siméon.....	181
3.2. Technique de conservation du paddy par refroidissement Antonio Finassi et Paolo Noiris	186

3.3. La transformation du grain de sorgho en République Centrafricaine	
Faustin-Robert Pademona.....	193
3.4. Utilisation des céréales et des oléagineux locaux au Congo	
Thérèse Kinkela.....	198
3.5. La conservation, la transformation et les technologies post-récolte du manioc au Congo	
Robert Miakaba.....	203
3.6. Traitements technologiques des tubercules de manioc	
Antoine Matondo.....	209
3.7. Evolution de quelques constituants du manioc au cours de la préparation de l'attiéké	
Aboua F, Kossa A, Konan L, Mosso K, Angélio S et Kamenan Alphonse.....	217
3.8. Transformation des fruits et légumes pour une conservation à long terme des produits horticoles	
Latyr Diouf.....	222
3.9. Valorisation par blutage du tourteau de coton sans gossypol	
par Kossa, N'gadi Kadio, Alphonse Kamenan.....	235
3.10. Valorisation des coques de café et des boues d'extraction d'huile de palme dans l'alimentation des ovins	
Odi Diamba, D. Zongo et M. Coulibaly.....	240
PARTIE 4	247
- Discours et allocutions.....	249
- Programmes d'action.....	270

LISTE DES PARTICIPANTS

- Abua Firmin.** CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Adiko Amoncho. IIRSDA BP V-51 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Adopo N'Da Achille. IRFA/CIRAD 01 BP 174 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Ait Aubahou Ahmed. Institut Hassan II Département Horticulture BP 6202
Rabat (Maroc)
Alzouma Inesdane. Université de Niamey BP 10662 Niamey (Niger)
Aphing Kouassi Nicole (Mme). LACENA BP 353 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Ban Louis Koffi. CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Bartali El Houssine. Institut Hassan II Département GR BP 6202 Rabat (Maroc)
Bekon Kouassi. ENSA 08 BP 35 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Béré Augustin. Institut des Sciences de la Nature 03 BP 7021 Ouagadougou (Burkina Faso)
Bonson Bouadou. IRCC BP 331 Bingerville (Côte d'Ivoire)
Bretteville Jacques. Directeur des programmes UREF Secretariat Général de l'AUPELF,
Université de Montréal (Canada)
Camara Mameri. IIRSDA BP V-51 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Cissé Mamadou. Direction P.V. Ministère de l'Agriculture Abidjan (Côte d'Ivoire)
Conilh de Beyssac Bernard. Université d'Ottawa Ontario KIN 6N5 (Canada)
Dago Gnakri. Faculté des Sciences et Techniques, Université Nationale 08 BP
Abidjan (Côte d'Ivoire)
Dansou K. Kossou. Faculté des Sciences Agronomiques BP 526 Cotonou (Benin)
Deroane Claude. Recteur, Faculté des Sciences Agronomiques, 5800 Gembloux (Belgique)
Diallo Bouli (Mme) née Ali. Faculté des Sciences, Université de Niamey BP 10662 Niamey
(Niger)
Diouf Latyr. Institut de Technologie Alimentaire BP 2765 Dakar (Sénégal)
Dogo Seck. ISRA, Laboratoire d'Entomologie BP 17 Nioro du Ril (Sénégal)
Finassi Antonio. Institut pour la mécanisation agricole - Strada delle Cacce 73
1 10 135 (Italie)
Foko Jacob. INADER, Centre Universitaire BP 222 DSCHANG (Cameroun)
Fomas Mazibo. BP 1618 Kisangani (Ht Zaïre (Zaïre))
Foua-Bi Kouahou. ENSA 08 BP 35 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Gaye Ousmane. ITA BP 2765 Dakar Sénégal
Guillou Michel. Recteur de l'UREF/AUPELF 192. Bd St germain 75007 Paris
Hountondji Philippe. Direction de l'Agriculture, Service PV. BP 58 Porto-Novo (Benin)
Houzanbgé Emmanuel. Ambassade du Sénégal en Côte d'Ivoire
Irié Bi Zaouli. IRCC BP 331 Bingerville (Côte d'Ivoire)
Kamenan Alphonse. Directeur du CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Kanté Boré Assa (Mme). SRCVO BP 438 Sotuba-Bamako (Mali)
Kinkela Thérèse (Mme) Université Marie N'Gouab B 3000 Brazzaville (Congo)
Kodjo Aluka. Programme CAT Well BP 380 Lomé (Togo)

Koissy Michel Kl. CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Kossa Anatole. CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Kouadio Abena. CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Kouadio Arsène N'Da. CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Kouakou Amani Michel. CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Kouakou Konan Frédéric. CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Labeyrie Vincent. Université de Pau et des pays de l'Adour, Pau (France)
Laubhouet Bernard. CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Macambila C. Université Marien N'Gouabi BP 3000 Brazzaville (Congo)
Mc Neil Jeremy. Université Laval, Québec G1K 7P4 (Canada)
Mailhot J.C. Ambassade du Canada en Côte d'Ivoire
Matondo Antoine. Université Marien N'Gouabi BP 3000 Brazzaville (Congo)
Miakaba Robert. Complexe Agro-Industriel de Mansouba BP 19 Malleingou (Congo)
Moukoumou Dominique. CTA Rietramper, Galvanitraat 9 6716 AE EDE BP
 6700 Wageningen (Pays Bas).
N'Diaye Amadou. Ambassade du Sénégal en Côte d'Ivoire
Odi H. Diambra. ENSA 08 BP 35 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Oodaly. G. FAO BP 240 Saint Louis (Sénégal)
Pademona R. Faustin. Directeur du Projet Système Post-Récolte BP 506 Bangui
 (République Centrafricaine)
Petra Mutlu. Chef de mission du projet bénino-allemand de la post récolte BP
 1073 Porto Novo (Bénin)
Philogène Bernard J.R. Vice Recteur Université d'Ottawa K1N 6N5 (Canada)
Phocas Kayinamura. Oprovia BP 953 Kigali (Rwanda)
Plo Antoinette. CIRT 08 BP 881 Abidjan (Côte d'Ivoire)
Rusuku Gérard. Université Nationale du Rwanda BP 117 Butare (Rwanda)
Seri Biali (Mme) née Kouassi. Laboratoire de Zoologie ENSA, 08 BP 35 Abidjan
 (Côte d'Ivoire)
Soler Alain. IRFA/CIRAD 01 BP 174 Abidjan 01 (Côte d'Ivoire)
Tandia K. Demba. IIRSDA BP 240 Saint Louis (Sénégal)
Verstraeten Charles. Faculté des Sciences Agronomiques 5800 Gembloux (Belgique)
Yaovi Nuto. Faculté des Sciences BP 20480 Lomé (Togo)
Zongo Daniel. ENSA/LACENA 08 BP 35 Abidjan 08

PRÉAMBULE

Lorsque le problème de pénurie alimentaire se pose à un pays l'idée première qui germe dans l'esprit de tout et chacun est d'agrandir les surfaces emblavées. Cette conception est également partagée en Afrique où les Écoles de formation agricole bloquent l'essentiel de leurs enseignements autour de la culture intensive, l'introduction ou la création de variétés à haut rendement. Généralement la place réservée à la perte post-récolte est souvent minime et reléguée au niveau de la défense des cultures où la biologie des déprédateurs prend le pas sur l'importance globale des pertes. Et pourtant, il n'est pas rare d'enregistrer dans les stocks sous les tropiques des pertes de l'ordre de 20 à 40%. Ce qui est énorme si l'on sait qu'il s'agit également d'une perte de l'effort humain. En tout état de cause, ces pertes constituent en fait un frein au développement de certaines cultures dont les légumineuses.

L'AUPELF a entrepris depuis une dizaine d'années des concertations sur le problème de la post-récolte par le financement de plusieurs réunions internationales dans le but d'apporter des améliorations à la situation.

D'autres organismes intéressés par le problème alimentaire en Afrique ont également organisé des réunions internationales sur ce problème et ont même financé des programmes sur la post-récolte sans relation les uns avec les autres et cela en dehors du projet poursuivi par l'AUPELF.

Étant donné que le but poursuivi est le même, il était nécessaire que l'on s'arrêtât un moment pour jeter ensemble un coup d'oeil sur ce qui a été réalisé jusqu'à ce jour en vue de faire le bilan exhaustif de la situation. Cela devait permettre de connaître les points forts et les lacunes dans ce secteur et d'en améliorer les faiblesses.

Tel fut l'objectif des promoteurs de ce séminaire international qui n'ont pas voulu s'en tenir là et ont également voulu la liaison entre la situation globale au niveau de l'Afrique, les facteurs d'altération et les possibilités de conservation sous les aspects plus modernes par leur transformation.

Ainsi le travail a été réparti en trois rubriques principales :

- la situation de la post-récolte en Afrique
- les facteurs biologiques d'altération des stocks de vivriers
- la technologie actuellement engagée dans les différents secteurs.

En ce qui concerne le premier point, il est loisible, à travers les différents exposés de se rendre compte que les problèmes ne se posent pas de manière identique à travers l'Afrique. Au Nord où le climat méditerranéen plus sec règne, elle connaît surtout les problèmes de la déprédation entomologique. L'Afrique sahélienne, aux abords du désert, a le même problème ; mais il s'y ajoute le problème des rongeurs. Quant à l'Afrique forestière, le problème phytopathologique semble privilégié suite à une forte hygrométrie de l'air.

Face à ces problèmes, différentes spécialités se mettent en place et il semble que, de plus en plus, les réponses spécifiques à chacun des problèmes, trouvent leur issue dans la qualité du produit conservé dont les transformations traditionnelles sont aujourd'hui le départ de différentes études au laboratoire.

Il est donc heureux de constater que les différents maillons de la chaîne se forment avec bien sûr l'un d'eux qui n'apparaît pas aujourd'hui important à nos yeux et dont on aura très bientôt grand besoin : l'aspect sociologique qui devrait dès maintenant prendre en compte le retour au consommateur traditionnel du produit transformé. Cela doit permettre d'ajuster progressivement le tir pour éviter que les produits soient exportés sous d'autres cieux alors que les Africains en ont grand besoin.

C'est donc prenant compte de tous les aspects de la post-récolte, que l'on résoudra un jour avantageusement, le problème de l'autosuffisance alimentaire qui semble être la principale préoccupation des gouvernements africains.

FOUA BI KOUAHOU

CONFÉRENCE INAUGURALE

PROBLÈMES FONDAMENTAUX POSÉS PAR LES INSECTES DES DENRÉES

Professeur Vincent LABEYRIE
Université de PAU et des pays de l'ADOUR

Les insectes détruisent la majorité de ce que l'homme récolte. Dans les pays chauds le paysan travaille pour les insectes. Voilà le constat après 50 ans d'emploi d'insecticides de synthèse, constat d'échec, d'impuissance, accompagné d'une nouvelle humilité vis-à-vis des méthodes traditionnelles de protection.

La protection des récoltes contre les insectes mérite donc plus qu'une analyse technique. Elle nécessite une mécanique plus approfondie sur les problèmes fondamentaux liés à la protection des récoltes pendant leur stockage. Quels sont les aspects fondamentaux liés à leur destruction par les insectes ?

Entomologiste, j'étudie les relations entre les insectes et les plantes particulièrement les légumineuses.

Je vais essayer d'aborder aujourd'hui les aspects fondamentaux. Je vous prie de m'excuser si certains aspects semblent destructifs.

I. Les récoltes portent généralement sur des organes de réserve des végétaux, principalement des graines, des rhizomes et des bulbes. La première caractéristique de ces organes de réserve est de se maintenir en vie ralentie, avec une faible évolution biochimique pendant une période plus ou moins longue, à condition que les réserves ne soient pas altérées par des micro-organismes ou par des conditions physiques désavantageuses (altération des tissus par formation de cristaux de glace).

La nature même des organes de réserve fixe les conditions de leur conservation et les problèmes posés par leur protection.

Riches en réserves, généralement sous forme concentrée, avec une faible immobilisation d'eau, ils constituent un aliment très riche, remarquablement stable, favorisant le développement et la multiplication des insectes spécialistes de ce type d'aliment. Contrairement à ce qui se produit avec les autres organes des végétaux, les produits récoltés étant des organes de réserve, restent toujours au même stade phénologique et peuvent être attaqués par des insectes indépendamment de leur rythme de développement et même par des générations successives, dans la mesure où les attaques précédentes n'ont pas dégradé l'aliment en le rendant inconsommable. Le problème de l'eau est réglé par des insectes spécialistes avec l'utilisation de l'eau métabolique d'où possibilité d'attaques des denrées déshydratées.

Contrairement aux problèmes de protection des cultures, il n'y a aucun problème phénologique limitant le moment des attaques sur stocks.

II. Une seconde caractéristique des produits agricoles stockés est de conserver des structures, particulièrement graines et grains, qui peuvent être directement consommés par l'homme, même parfois sans cuissons (arachide, différents noix, ou certains tubercules: *Lathyrus tuberosus*, *Conolodium majus*,...

Cette utilisation alimentaire souvent directe limite les possibilités de protection chimique aux substances ne présentant aucun danger en espace confiné, ce qui est souvent le cas pour les conditions de stockage à l'abri de la pluie et des contaminations externes. Au Penjab les fermes de la révolution verte servent aux paysans dormant dans une pièce contenant des enceintes de stockage. L'usage alimentaire interdit aussi l'utilisation externe de substances, dont la liste ne fait que s'allonger pouvant avoir des effets nocifs lors de leur ingestion avec les aliments. Cette limitation est d'autant plus importante que les grains, graines et tubercules stockés sont souvent des aliments quasi-exclusifs des périodes de soudure entre les saisons de croissance des végétaux et de consommation des organes verts et frais. Enfin les végétaux stockés après récolte sont des aliments diététiquement trop exclusifs des populations les plus pauvres pendant une grande période de l'année, ce qui les rendent carencés en certains éléments, particulièrement les enfants et vieillards fragilisent face aux effets pernicieux de substances chimiques éventuellement utilisées comme pesticides.

III. Contrairement à ce que croyait Aristote, et à ce que j'ai constaté dans l'esprit des habitants de bien des régions du monde, il n'y a pas de génération spontanée dans les stocks. De même que l'homme ne fabrique pas de vers, le Niébé ne produit pas de bruches.

Dans ces conditions le problème est de récolter des produits sains qui n'ont pas été contaminés et ensuite de maintenir ces produits sains à l'abri de toute contamination extérieure.

Ceci peut paraître une évidence, mais en 1980 au premier colloque international sur l'écologie des bruches que j'avais organisé à Tours avec l'OILB, le Dr. CHANMAN de l'Oversea Pest Institute s'était vu interdire le déplacement parce que son organisme estimait que les insectes des denrées stockées n'avaient aucun rapport avec la protection des cultures. Cette dichotomie est significative du dogmatisme et des effets de la division introduite dans les années 20 dans l'USDA, et ensuite, adoptée par la FAO et l'ensemble des structures agronomiques.

D'un côté le pré-harvesting, les problèmes dans les champs ; de l'autre côté, le post-harvesting, les problèmes des denrées stockées. C'est peut-être la raison pour laquelle le Journal of Insect of Stocked Product ne m'a jamais demandé d'article.

C'est clair, c'est net, c'est simple. Mais malheureusement les insectes ne respectent pas les divisions administratives, ils refusent de se coucher dans le lit de Procuste.

L'ennui est qu'une telle conception prive de possibilité de prévention, limite sérieusement le choix des moyens de protection et ne permet pas de comprendre la valeur de certaines méthodes de protection traditionnelles.

Par ailleurs cette dichotomie a entraîné des recherches d'intérêt secondaire, malheureusement très abondantes, par exemple la sélection de variétés de *Vigna unguiculata* ou de *Phaseolus vulgaris* dont les graines sont moins attaquées par *Callosobruchus maculatus* ou *Acanthoscelides obtectus*.

III.a. Ainsi on ne peut négliger la prévention et étudier comment récolter des graines et des grains qui ne soient pas contaminés.

III.b. Le second volet est la protection des récoltes pour éviter la contamination ultérieure des stocks. Schématiquement, pour les besoins de la présentation uniquement, je diviserai en 2 catégories de problèmes:

III.b.1. Les problèmes liés à la découverte des stocks. Je voudrais donner deux exemples, l'un concernant *Arachis hypogea* ou *vigna substernea*, l'autre *Cicerarietinum* et *Vigna unguiculata*.

III.b.1.a. La formation de fruits hypogés par *Arachis hypogea* et *Vigna subternea* est-elle une adaptation protectrice contre les insectes spécialistes des organes reproducteurs? Le fait est que, sauf lorsque le sol est craquelé par la sécheresse, les bruches n'atteignent pas les gousses de ces légumineuses avant leur récolte.

L'enfouissement pourrait être une protection chez ces plantes dans la mesure où les espèces sauvages originelles étaient bien annuelles. Cet aspect est fondamental, car la présence de défense chez la plante devient très secondaire, lorsque celle-ci est pérenne, puisque la reproduction sexuée n'est plus la voie exclusive de survie du végétal.

Nos travaux depuis 10 ans à Pau, à l'IBEAS, tant de botanistes que d'entomologistes, ont montré que chez la pomme légumineuse pérenne à propagation végétative, *Lathyrus sylvestris*, dont 90 % des ébauches florales et 50 % des ovules avortent, la pression de sélection exercée par *Bruchus affinis* sur le végétal est pratiquement sans importance.

Par ailleurs chez ces légumineuses pérennes des milliers et des milliers de graines sont produites par une plante au cours de sa vie, quelle peut donc être l'importance pour la survie de l'espèce de la destruction même de 90% des graines par les insectes?

Un de mes élèves commence l'étude des relations entre bruches et *Albizia* au Penjab.

Quoiqu'il en soit, les affirmations de DANIEL JANZEN sur la raison d'être des substances allélo-chimiques des graines de légumineuses qui sont évidentes pour les espèces annuelles, ne s'appliquent vraisemblablement qu'exceptionnellement aux légumineuses pérennes, si, c'est sur des légumineuses pérennes des forêts de Costa-Rica que JANZEN a bâti son raisonnement.

Revenons à *Arachis hypogea* et *Vigna subteranea*

Puisque les fruits sont sains (quant aux insectes spécialistes des graines, c'est évidemment différent quand aux champignons) lors de leur extraction du sol, il est évident que la contamination s'effectue après, particulièrement lorsque les gousses sont exposées au soleil pour sécher.

Le problème d'*Arachis* et *Caryedon* est ainsi passionnant.

Caryedon n'est pas la bruche de l'arachide. Il lui est doublement étranger.

Contrairement à *Zabrotes subfasciatus* et à *Acanthoscelides obtectus* qui attaquent *Phaseolus vulgaris* dans les écosystèmes d'origine et consomment les variétés sauvages, ou *Bruchus rufimanus*, *Vicia faba*, *Caryedon serratus* n'a pas suivi l'arachide, il ne vient pas comme elle de l'Auvergne Latine.

Il s'agit d'un insecte présent en Afrique qui a colonisé l'arachide et exploité ses graines depuis l'introduction de la légumineuse dans ce continent.

Il s'agit d'une situation passionnante. Est-ce que toutes les populations sauvages de *Caryedon serratus* sont capables de contaminer *Arachis hypogea*?

Est-ce qu'il serait capable d'attaquer les variétés sauvages américaines?

Est-il capable de retourner sur ces hôtes d'origine ?

Comment se fait-il que dans une famille d'insectes généralement spécialistes, un insecte soit capable de changer d'hôte si brutalement et de s'attaquer à *A. hypogea* ?

Est-ce parce que la fructification hypogée n'est pas associée à la production de substances allélo-chimiques dans les graines ?

Les questions de fond posées par *Arachis - Caryedon* sont très nombreuses ?

Elles méritent une étude biocénotique précise associant botanistes et entomologistes.

Elles supposent des recherches dans les biocénoses d'origine d'*Arachis hypogea*, sur les rives des rivières de la PAMPA.

Quoiqu'il en soit il est évident que les paysans africains n'ont pas co-évolué avec *Arachis* et *Caryedon* sinon ils ne feraient pas exactement ce qui favorise la contamination par cette bruche, en exposant sous le moindre obstacle des milliers de gousses à la convoitise des femelles de *Caryedon serratus* qui n'ont qu'à se poser dessus pour pondre.

Mais d'ailleurs est-ce qu'il y a des études pour savoir comment ces gousses attirent *Caryedon serratus* ?

J'ai abordé le problème de la co-évolution entre l'homme et les ennemis des cultures.

Je voudrais donner deux exemples explicitant ma position sur les méthodes traditionnelles, je dirais empiriques, de lutte contre les bruches.

La consommation de légumineuses date probablement du paléolithique, elle a obligatoirement été précédée, comme celle des grains de céréales, par la domestication du feu, qui permet la destruction des substances allélo-chimiques thermolabiles.

Ceci dit, si dans certaines régions, les gens mangent ces graines depuis des millénaires, c'est qu'ils ont dû trouver des astuces pour cohabiter (co-évoluer) avec les insectes avec lesquels ils sont en compétition.

Ceci ne signifie en aucune façon qu'ils ont compris l'ensemble de la biologie de l'insecte, mais qu'ils ont découvert certaines astuces qui leur permettent de consommer des graines saines.

III.b.1.b. Cas d'*Acanthoscelides obtectus* en Colombie

Les paysans colombiens croient à la génération spontanée de la bruche à partir des graines. J'en ai eu la démonstration en 1974 dans un village proche des sources du Magdalena dans la Cordillère centrale. J'ai montré des oeufs sur des grains avec une loupe et je suis sûr que guerilleros et soldats ont appliqué une trêve pour découvrir les oeufs sous ma loupe. Et pourtant dans ce village, comme dans tous ceux que j'ai visités en Colombie, les paysans utilisent des méthodes efficaces, ignorées des paysans et des agronomes européens, pour limiter les attaques de bruches.

a) Ils cultivent le haricot sous maïs où la monté de l'insecte a lieu de préférence dans les gousses mûres exposées au soleil. Les femelles pondent rarement à l'ombre, tout au moins quand elles ont le choix. Elles ne pondent que dans les gousses mûres.

b) Ils écossent immédiatement après la récolte. Souvent, ils étalent les gousses sur les routes et les voitures ouvrent les gousses en roulant. Ils séparent ainsi les oeufs pondus dans les gousses d'avec les graines avant que les larves soient écloses et aient pénétré dans les graines.

En utilisant ces 2 techniques j'ai réduit de 90 % et plus la contamination dans une région très attaquée du Sud-Ouest de la France. Ces résultats sont publics depuis 1954 (C.R - Ac. agriculture de France). Ceci montre que, empiriquement, comme pour la domestication du feu, ces agriculteurs ont appris depuis des millénaires à vivre avec les bruches et à en protéger leurs récoltes.

Je pense que généralement il en est de même dans les zones d'origine ou les plantes cultivées ont été domestiquées.

III.b.l.c. En Inde, *Cicerarietinum* est très fortement attaqué par *Callosobruchus maculatus* et *C. chinensis* dans les stocks.

A l'IEVISAT dans les hangars de l'Institut à Hyderabad des milliers d'insectes viennent se poser sur les sacs de jute, et les femelles pénètrent facilement dans les mailles des sacs pour aller coller leurs oeufs sur les graines récoltées saines.

Ensuite, les oeufs éclosent, et les larves pénètrent directement dans les graines, des adultes sortent des graines et en quelques générations il ne reste plus rien.

S'ils avaient la moindre connaissance de la biologie de *C. maculatus*, ils conserveraient proprement leurs récoltes. Pourtant il s'agit du principal centre international des zones semi-arides.

Pourquoi les graines récoltées étaient saines ?

Tout simplement parce que *C. maculatus* ne réussit pas à coller ses oeufs sur des gousses de *Cicerarietinum* couvertes de Trichonomes glanduleux ?

C. maculatus ne pond que sur des surfaces lisses. Les femelles ne peuvent coller leurs oeufs sur des surfaces rugueuses. C'est vrai pour *Vigna unguiculata* et pour *Cicerarietinum*.

A quoi bon chercher des graines résistantes, quand il suffit d'avoir des gousses poilues ?

Les méthodes de protection sont sous notre main. Sachons regarder. Pourquoi faire compliqué, quand on peut avoir des solutions très simples.

Les paysans africains les connaissent ; d'ailleurs en Ethiopie j'ai parcouru les marchés des hauts plateaux pour récolter des bruches de Fenugrec ou de *Lathyrus satidus* et ceux des régions basses pour trouver celles de *Vigna* et de *Phaseolus*.

Or le niébé des marchés Ethiopiens est totalement sain. Dans les verres, les boîtes de conserve, qui servent d'unités de mesure, comme dans toutes les campagnes d'Afrique, les graines de Niébé sont mélangées à de la poussière, à de la cendre. Lorsque l'on nettoie ces graines et qu'on les enferme dans des boîtes où les bruches ne peuvent pondre, il n'y a jamais d'attaque. Par contre, au centre de recherches de Nazareth, les graines des cultivars, sont propres et bien conservées dans des sachets hermétiques, mais quand on ouvrait les sachets les graines étaient détruites et des nuées de bruches s'envolaient.

Pourquoi cette différence ?

Tout simplement parce que la poussière empêche que les femelles collent leurs oeufs sur les graines même si le lot était contaminé, la multiplication est impossible.

C'est simple, mais ça fait pas sérieux de dire : pour ne pas avoir d'attaque de bruches, conservez vos graines de niébé dans la poussière, beaucoup de poussière et lavez les uniquement avant de les consommer.

Mais en Ethiopie, comme partout en Afrique les Sociétés multinationales de produits chimiques donnent des subventions pour mettre au point une protection chimique. Ça coûte cher, ça peut être dangereux, c'est inutile, mais ça fait plus sérieux.

IV. Dernier point que je veux traiter très brièvement : celui des artefacts de laboratoire.

Les insectes qui s'élèvent facilement, et c'est le cas des insectes des denrées entreposées, font faire beaucoup d'erreurs parce qu'ils sont trop faciles à élever. Plus un insecte est plastique, plus il s'élève facilement, mais plus les observations de laboratoire peuvent conduire à des erreurs d'interprétations.

Je prépare un article sur ce sujet pour *Phytophaga* la revue indienne sur les relations entre plantes et insectes.

Prenons le cas d'*A. obtectus* :

a) il accepte de pondre au laboratoire à l'obscurité constante, oui mais dans la nature, il pond rarement à l'ombre et préfère le soleil.

b) au laboratoire les adultes s'accouplent dans les boîtes de Pétri, même vides. Oui mais dans la nature, il leur faut des fleurs et des gousses de haricot.

c) en laboratoire, les femelles pondent sans s'alimenter, oui mais dans la nature comme toutes les bruches, elles consomment du pollen.

CONCLUSION

La protection contre les insectes des denrées n'est pas un problème technique. C'est un problème scientifique d'écologie appliquée, qui concerne les relations de ces insectes avec les plantes dont ils consomment les graines.

Nos échecs sont liés à nos erreurs d'orientation. L'entomologie appliquée est un domaine écologique exigeant d'abord l'observation directe de la réalité dans la nature. L'analyse mathématique de récoltes sur le terrain ne suffit pas. L'entomologie appliquée exige la collaboration d'entomologiste et de botaniste sur le même terrain. C'est l'interaction plante-insecte qui est capitale.

Il ne faut absolument pas faire l'impasse d'études biologiques précises. Il n'y a pas de solution miracle, il faut apprendre à observer patiemment, à rester des heures au soleil pour voir ce qui se passe et ensuite réfléchir.

Pour résoudre l'énigme entomologique, il n'y a pas de solution universelle, elles sont toujours locales, contingentes des conditions écologiques. La leçon de 50 années d'échecs est simple.

En 1972 lors de l'année européenne de protection de la nature, le Ministre de l'agriculture de Suède expliquait à Strasbourg au Conseil de l'Europe : quand nous avons les premiers, interdit le D.D.T on nous prédisait une catastrophe. Or c'est le contraire. Nos agronomes travaillent maintenant parce qu'ils savent qu'il n'y a pas de poudre miracle !

La leçon est là. Il n'y a jamais de recettes toutes faites. Il faut observer, étudier, et toujours son trouvera une solution simple, propre qui protège la nature et la santé humaine.

PARTIE 1

PROBLÉMATIQUE DE LA POST-RÉCOLTE EN AFRIQUE

1.1. SITUATION DE LA POST-RÉCOLTE EN AFRIQUE DU NORD

Dr. El Houssine Bartali
Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II

Résumé

Les céréales constituent les denrées alimentaires de base de l'Afrique du Nord. Non seulement elles sont produites insuffisamment (50 à 70 % des besoins) mais elles subissent des pertes le long des opérations post-récoltes et particulièrement dans les magasins à la suite des pressions parasitaires dont les principales sont les insectes plus favorisés par le climat que les champignons.

Les techniques de traitement n'étant pas encore maîtrisées au niveau du paysan, l'amélioration du système post-récolte doit prendre en considération l'ensemble des opérations depuis la récolte, jusqu'à la table du consommateur.

I. CADRE NATUREL DE L'AGRICULTURE EN AFRIQUE DU NORD

En Afrique du Nord, on distingue deux zones différentes selon leur vocation naturelle : au nord le Magreb proprement dit, méditerranéen et subtropical, au Sud le Sahara Magrebin. Les contrastes pluviométriques sont les plus marqués. Aux pluies venant de la Méditerranée et de l'Atlantique, l'Atlas oppose l'obstacle de ses montagnes. Les plaines et les collines situées près de la mer reçoivent plus de 400 mm d'eau. Les pluies inférieures à 200 mm s'observent à partir du Sous marocain et les plaines littorales du Sud Tunisien. Le climat se caractérise en général par deux saisons: une saison chaude et humide et une saison froide et pluvieuse. L'agriculture, principale ressource de l'économie est largement tributaire des fluctuations climatiques d'une année à l'autre. Les niveaux annuels des récoltes s'en trouvent directement affectés.

Les contraintes climatiques représentent un sérieux handicap pour les rendements (10 q/ha en moyenne). Le phénomène de sécheresse est accentué par les structures des exploitations morcelées et de faible surface.

II. CÉRÉALES ET PROBLÈMES D'AUTOSUFFISANCE

Les céréales constituent les denrées de base en Afrique du Nord. Elles occupent une portion importante de la surface agricole utile des pays de la région. Les régimes alimentaires sont caractérisés par une présence systématique des pains de blé ou d'orge dans les repas ainsi que des plats à base de semoule de céréales. L'orge est également largement recherché comme aliment de bétail. Le blé dur et l'orge sont particulièrement consommés dans les campagnes par tradition. La consommation du blé tendre très forte dans les villes commence à se répandre à travers les zones rurales compte tenu de l'évolution des habitudes alimentaires.

L'autosuffisance alimentaire notamment pour les denrées de base telles que les céréales n'est que partiellement réalisée pour les pays de la région, au mieux 50 à 70% selon les années. Compte tenu de la démographie galopante que connaissent les pays de la région et des niveaux bas des productions, l'ensemble des pays ont recours aux importations des céréales pour couvrir leurs besoins. Des efforts louables continuent à être entrepris pour se démarquer de l'emprise du climat en recourant à la maîtrise et à la régulation des ressources en eau et à l'irrigation par différentes techniques.

Les efforts déployés par ailleurs pour augmenter la production et atteindre l'autosuffisance ne sauraient aboutir s'ils ne sont accompagnés de mesures judicieuses pour la réduction des pertes après récolte. Une prise de conscience vis-à-vis de cette situation a été enregistrée ces dernières années et des actions sont entreprises pour la maîtrise des pertes après récolte en ce qui concerne les denrées durables et qui font l'objet de cette communication.

III. ASPECTS DE LA POST-RÉCOLTE EN CÉRÉALES

III.1. Consommation en farine et transformation de blé

La consommation de farine de blé par habitant en Afrique du Nord est la plus élevée du monde. La moyenne évaluée pour la région au début des années 80 était de 167 kgs par habitant et par an.

La transformation de la grande partie de la production se fait au niveau des minoteries villageoises et des moulins artisanaux domestiques. Ces unités écrasent très souvent des céréales (blé, orge) mais aussi des légumineuses (fèves en particulier).

Les minoteries industrielles voient leur nombre augmenter mais leurs productions ne couvrent encore qu'une partie des besoins en farine.

Les besoins en aliments pour les animaux continuent également à croître. Le changement dans les habitudes alimentaires à travers les pays de la région met l'accent sur des besoins croissants en viande. Les besoins en maïs dans les aliments de volaille se sont également accrus ces dernières années. Il en est de même pour les besoins en orge comme aliment de bétail. Ces besoins sont encore plus accentués lors des années sèches.

III.2. Systèmes de récolte et transport

On distingue deux systèmes de récolte dans la région :

- un système entièrement mécanisé et rencontré dans les grandes et moyennes exploitations ou aussi dans quelques petites exploitations où le matériel est loué auprès des coopératives ou des entreprises privées.
- un système traditionnel largement utilisé sur les petites exploitations notamment en zones montagneuses. Ce système repose sur l'emploi de la faucille pour la moisson et les animaux pour le battage.

L'étalage prolongé des gerbes de céréales dans les champs en attendant de les transporter sur les lieux de battage et de stockage expose le produit aux risques de dégradation par les intempéries et les ravageurs. Un effort est à entreprendre pour l'amélioration de ce système par l'introduction de petites machines appropriées afin de réduire les pertes en particulier d'ordre qualitatif, de réaliser la récolte dans des temps relativement courts et de réduire aussi le recours à une main-d'oeuvre agricole relativement rare au moment des récoltes. L'introduction de ces types de machines serait plus bénéfique pour les exploitations très morcelées ou inaccessibles en montagnes car pour ces exploitations c'est une opération onéreuse et parfois impossible que de réaliser la récolte par moissonneuse batteuse.

Le transport des récoltes des champs aux lieux de stockage peut donner lieu également à des pertes plus ou moins importantes. Le recours à l'emploi des sacs déchirés ou qui ne se ferment pas bien a lieu au moment des moissons où les sacs se font rares compte tenu de la forte demande. Ces sacs constituent également une source de pertes pendant la manipulation et le transport entre les lieux de stockage et de transformation.

III.3. Circuits de commercialisation

Les circuits empruntés par les produits entre les lieux de production et de transformation se répartissent en deux catégories :

Le secteur contrôlé où le prix de certaines denrées (Blé tendre au Maroc) est garanti par l'Etat à travers un organisme officiel de commercialisation. Les opérateurs de stockage dans ce circuit sont des organismes coopératifs et des commerçants agréés. Ce circuit ne commercialise qu'une partie faible de la production. Les capacités de réception et de stockage, dont dispose ce secteur, sont insuffisantes et nécessitent une extension et une rénovation. Les flux d'arrivée des productions sur les installations sont souvent concentrés sur une période allant de 1 à 2 mois et se traduisent par un stockage dans de mauvaises conditions qui engendrent des pertes importantes. La solution du renforcement du parc des installations de stockage de ce secteur doit prévoir de multiplier et de bien répartir l'emplacement des nouvelles unités de stockage sur les lieux de production.

Le secteur non contrôlé où la plus grande partie de la production céréalière se répartit entre l'autoconsommation et les marchés locaux, marchés libres où plusieurs intermédiaires entrent en jeu et contribuent à la baisse des prix au détriment des petits exploitants agricoles. Une amélioration de cette situation consiste à encourager les agriculteurs à entreprendre un stockage sur les lieux de leurs exploitations en leur accordant certaines facilités telles que :

- le report des échéances de remboursement des prêts qu'ils ont contractés auprès des organismes de prêts agricoles, ce qui réduirait leurs besoins en liquidités
- l'octroi de primes de stockage au profit des agriculteurs individuels ou en coopératives, ces primes devant tenir compte de la durée et de la qualité du stock.

Ces mesures auront également pour effet de valoriser l'effort consenti par les agriculteurs et à stimuler ces derniers pour maintenir leur contribution à la production de denrées dont les pays de la région ont besoin.

III.4. Techniques de stockage et pertes

Les techniques de stockage pratiquées dans la région sont de types traditionnel et moderne.

Les sources de pertes enregistrées sont variables avec le type d'entreposage et les pratiques de l'exploitant.

Le climat de la région étant caractérisé par une atmosphère sèche et chaude lors de la moisson des céréales en juin et juillet, la teneur en eau des grains est souvent basse et se situe autour de 10 %. Cette caractéristique dispense de procéder au séchage avant l'entreposage. Les températures élevées de l'air conduisent à des élévations excessives des températures des grains et obligent par conséquent à procéder à la ventilation soit naturelle soit mécanique.

Les pertes dues aux insectes sont particulièrement fréquentes dans la région puisque le climat favorise le développement de ces déprédateurs. Les pertes liées aux insectes sont plus élevées que celles occasionnées par les moisissures. Les niveaux de pertes atteints varient selon:

- l'importance du soin que l'agriculteur apporte à la fermeture de ses entrepôts,
- le taux d'infestation des grains à leur arrivée des champs,
- les risques de mélange de lots sains et de lots infestés au niveau de l'exploitation,
- le taux d'infestation de l'entrepôt au départ avant que le grain n'y soit introduit.

Les techniques de traitement ne sont pas encore bien maîtrisées par les agriculteurs, ce qui rend leur efficacité très douteuse. Les doses minimales à appliquer et le suivi de leur application ne sont faits convenablement que par quelques agriculteurs avisés ou les organismes pratiquant le stockage moderne et qui sont bien encadrés.

III.5. Aperçu sur les structures de stockage à la ferme

L'agriculteur est souvent amené à emmagasiner sur son exploitation une partie de sa récolte pour faire face aux besoins d'autoconsommation et de semences et à mettre l'autre partie en vente pour les besoins de liquidité. La conduite du stockage à la ferme est menée sous diverses formes dans des entrepôts enterrés (matmoras) ou aériens (silos paysans en roseaux, pièces pour le stockage en sacs ou en vrac). Les durées de stockage sont de quelques mois à une année. Ces types de stockage peuvent occasionner des pertes non négligeables lorsqu'ils ne sont pas bien contrôlés.

A. Stockage dans les entrepôts souterrains

Dans les entrepôts souterrains, l'absence de revêtement adéquat ou l'utilisation de certains revêtements non étanches comme la paille expose le produit entreposé aux contaminations par les eaux souterraines. Une étude comparative a été menée par le GERS (Groupe d'Etudes et de Recherche sur le Stockage) au Maroc pour évaluer les améliorations apportées par l'emploi de sacs étanches de plastique (polyéthylène) comme revêtement interne des matmoras. Cette recherche a prouvé que les taux de pertes de 20% rencontrés avec le revêtement paille peuvent être ramenés à une valeur voisine de 1% par un revêtement avec des sacs de plastique étanches.

B. Stockage dans les pièces

Le stockage dans des pièces se caractérise par l'emploi de sacs de plastique ou de jute ou par le déversement en vrac du produit dans le coin des pièces où ce dernier peut rester exposé aux attaques de rongeurs et d'insectes. On distingue souvent les pièces à usage multiple (PUM) et les pièces réservées uniquement au stockage. Les taux de pertes enregistrés s'accroissent avec la durée de séjour dans ces pièces où le contrôle du produit n'est pas aisé.

C. Stockage dans les silos de roseaux

Ce genre de silos dont la capacité moyenne se situe autour de 10T est confectionné manuellement. Il est de forme grossièrement cylindrique avec une hauteur de 1,5 m environ et un diamètre de 1 m au sommet s'élargissant jusqu'à 1,20 à mi-hauteur. Il représente une enceinte aérée et une structure légère qui est généralement installée au sein d'une pièce. Le remplissage

s'opère par déversement du grain par le dessus et la vidange peut se faire par un orifice placé en partie basse. Les techniques pratiquées par les agriculteurs pour la lutte contre les déprédateurs consistent à utiliser des plantes ou des revêtements insectifuges. Le recours aux revêtements protecteurs en argile ou en plastique est également pratiqué.

D. Autres types de stockage

On rencontre également d'autres formes de stockage représentées par des silos de terre et de roseaux placés au-dessus des toitures des exploitations agricoles pour leur protection et aération, des enceintes de stockage en bois ou des fûts métalliques ou de grosses jarres de terre séchée au soleil. Ces unités de stockage sont particulièrement accessibles aux rongeurs. Le silo réalisé en jonc de terre est également très fréquent dans le milieu rural.

IV. CONCLUSION

L'amélioration des systèmes de post-récolte doit prendre en considération l'ensemble des opérations effectuées sur les récoltes depuis le champ jusqu'à la table du consommateur en vue de les évaluer et d'en dégager les mesures à prendre. L'aspect des techniques d'entreposage chez les agriculteurs individuels ou en coopératives revêt une importance capitale dans la perspective de réductions des pertes après récolte. La démarche consiste à rechercher les moyens judicieux pour maîtriser la conduite du stockage des denrées tout en respectant les limites techniques et budgétaires de l'agriculteur. Ce dernier dispose en général d'un savoir-faire en matière de construction d'entrepôts de stockage conforme à son environnement. L'intervention d'amélioration à ce niveau doit porter sur l'évaluation des atouts et des limites de la technique de stockage qu'il utilise. Les agriculteurs qui continuent à préférer le stockage par entrepôts souterrains acceptent la notion de revêtement plastique et son impact sur la réduction des niveaux de pertes.

L'introduction de techniques nouvelles et appropriées pour le stockage est utile lorsqu'elle constitue une alternative comparable en investissement et avantageuse en gestion et en performance dans la qualité de l'entreposage. Une expérience intéressante a été mise en route par l'installation d'une station expérimentale pour la maîtrise des techniques de stockage des céréales et légumineuses. L'approche consiste à mettre en évidence les moyens d'amélioration par la vulgarisation, elle même appuyée par la recherche.

1.2. SITUATION DE LA POST-RÉCOLTE EN AFRIQUE SAHÉLIENNE

Dr. I. ALZOUMA
Maître de Conférences - Université de Niamey
B.P. 1066 Niamey, Niger

Résumé

Les productions vivrières dans le sahel sont dominées par les céréales, secondées par les légumineuses.

Pour les céréales les pertes post-récolte ne sont importantes qu'avec le sorgho et le maïs stockés en sac suite aux dégradations dues aux insectes et aux rongeurs.

Par contre le problème est nettement plus alarmant pour les légumineuses où les bruches font des dégâts pouvant atteindre 40% du stock.

La solution à ces pertes semble résider dans une approche de lutte intégrant plusieurs méthodes basées sur une bonne connaissance de la biologie des déprédateurs.

I. INTRODUCTION

Les pertes après récolte font l'objet à travers le monde de débats importants depuis plus d'une décennie, mais on dispose encore de peu de données fiables. Dans une étude récente publiée par le Bulletin des Services Agricoles de la FAO, PAMELA et al. (1988) rapportent qu'en ce qui concerne les céréales les estimations "modérées" de la FAO chiffrent les pertes à 10% en moyenne au niveau mondial. La situation est beaucoup plus complexe pour les denrées périssables où les pertes estimées à 25% semblent constituer un minimum en dessous duquel il paraît difficile de descendre (COURSEY, 1972 ; COURSEY et BOOTH, 1977).

Les pays en développement des zones tropicales sont ceux qui payent le plus lourd tribut à cause de cette situation en raison vraisemblablement :

- des conditions environnementales favorables à la prolifération des nuisibles des denrées stockées, et,
- des conditions socio-économiques caractérisées par une paupérisation des populations alors incapables de mettre en oeuvre les moyens appropriés pour assurer une bonne conservation de leurs produits agricoles.

L'Afrique n'échappe pas à cette règle et même si les données avancées sur les pertes semblent souvent exagérées faute d'une évaluation précise, il n'en demeure pas moins vrai que la conservation après récolte constitue à l'heure actuelle un sujet de préoccupation des producteurs et des services agricoles dans la plupart des pays. En témoignent les nombreux colloques et séminaires tenus sur cette question en Afrique tels :

- le Séminaire Régional sur les pertes post-récolte organisé par le Secrétariat du Commonwealth à Accra au Ghana en Avril 1977.
- le Colloque International sur la conservation des denrées alimentaires en climat chaud et humide organisé par l'AUPELF à Yaoundé au Cameroun en novembre 1979.
- le Séminaire sur l'amélioration des systèmes post-récolte en Afrique de l'Ouest organisé par l'ACCT à Bamako au Mali en 1980.
- le Séminaire International sur l'Igname organisé à l'ENSA d'Abidjan (RCI) en novembre 1983 par l'AUPELF.
- le Colloque International sur les légumineuses alimentaires en Afrique, leur protection, organisé en novembre 1985 à Niamey (Niger) par l'AUPELF et l'université de Niamey.
- le Colloque International sur la conservation et la transformation des céréales en régions chaudes organisé à N'Gaoundéré (Cameroun) par l'AUPELF.

C'est dire que la présente rencontre ne pourra que contribuer positivement à renforcer cette volonté des chercheurs africains préoccupés par la recherche de solutions appropriées aux contraintes multiples liées à la post-récolte dans notre continent.

Compte tenu de la spécificité de son climat et de ses particularités socio-culturelles, l'Afrique sahélienne présente sa physionomie propre en matière de systèmes post-récolte. Nous traiterons plus particulièrement ici des problèmes de stockage des denrées alimentaires dans les zones rurales.

II. CARACTÉRISTIQUES DU CLIMAT SAHÉLIEN

Les pays du Sahel se caractérisent par un climat chaud et sec, une longue saison sèche et une courte saison de pluies. Dans son ensemble la pluviométrie est irrégulière dans le temps et dans l'espace.

En termes de pertes après récolte les fluctuations des facteurs climatiques se traduisent par une variation importante d'une année à une autre, d'une région à une autre et d'un pays à un autre.

III. LES PRODUCTIONS VIVRIÈRES DES PAYS SAHÉLIENS

L'agriculture sahélienne est largement dominée par les cultures céréalières notamment le mil, le sorgho, le riz et à une petite échelle le maïs. Le riz est cultivé dans les zones aménagées des cours d'eau, alors que les autres céréales sont produites à la faveur de la saison des pluies avec tous les aléas qui s'y attachent.

Les légumineuses alimentaires occupent une place non négligeable au rang des cultures vivrières ou de rente. Il s'agit du niébé, de l'arachide, du voandzou.

Dans l'ensemble du Sénégal à l'Erythrée on rencontre les mêmes types de productions agricoles, ce qui fait que les facteurs de base à l'origine des pertes de grains sont globalement identiques en Afrique Sahélienne.

Depuis les années des grandes sécheresses 1973-1974, puis 1983-1984 qui ont mis en évidence la fragilité des systèmes agro-sylvo-pastoraux des pays sahéliens en raison de leur trop forte dépendance d'une pluviométrie erratique, la plupart des pays du CILSS (Comité Inter-Etats de lutte contre la sécheresse au Sahel) ont accru sensiblement les cultures de diversification en "contre saison", notamment les tubercules (manioc doux, patate douce, pomme de terre), les légumes (tomates, gombos, piment, poivrons...).

Cependant cette recherche tout azimuts de l'autonomie alimentaire ne va pas souvent sans poser des problèmes sérieux de stockage, de conservation, de transformation aux producteurs peu familiers à une exploitation importante de ces spéculations agricoles.

IV. STRUCTURES DE STOCKAGE AU NIVEAU VILLAGEOIS

Dans les pays sahéliens à vieille tradition agricole, les paysans utilisent fréquemment des structures indépendantes des habitations pour stocker leurs grains. Ces structures ou greniers peuvent varier dans leur forme et leur capacité d'une région à une autre ou d'un pays à un autre. Elles sont conçues à base de matériaux locaux (argile ou banco, tiges de graminées ou de combretacées). D'autres modes de stockage se rencontrent aussi : ils vont du sac de jute, en passant par le canari ou la jarre, la calebasse, les branches des arbres ou le dessus des maisons.

La prédominance d'un ou plusieurs de ses modes de stockage dans une région peut être liée aux coutumes des populations, mais également à la disponibilité des matériaux de construction. Ces structures de stockage présentent des avantages et aussi des inconvénients.

V. LE STOCKAGE DES CÉRÉALES ET SES CONTRAINTES DANS LES ZONES SAHÉLIENNES

De nombreuses études ont été effectuées sur le stockage des céréales vivrières en milieu paysan au Sahel.

Au Mali dans une étude traitant de l'importance des greniers traditionnels dans le stockage du mil, GUGGENHEIM (1978) a observé que le niveau moyen des pertes au cours du stockage était de 2 à 4%. Le mil était stocké en épis et l'auteur a identifié les rongeurs et les insectes comme source principale des pertes. Les champignons n'ont pas une incidence importante en raison de l'hygrométrie faible. Dans une autre étude conduite dans la 5e région toujours au Mali, GUGGENHEIM et DIALLO (1977) ont montré que l'importance des pertes varie suivant la durée du stockage. Pour le mil ils ont enregistré 2% la première année, 3% la seconde et 5% la troisième.

Au Niger DAVE et ELTERICH (1978) dans une étude réalisée à la demande du Conseil de l'Entente sur le stockage des céréales par les fermiers, constatent que les greniers traditionnels en banco et en paille sont les plus couramment utilisés pour stocker le mil et le sorgho. Le mil peut se conserver dans ces conditions en moyenne 7 années et le sorgho 4 années. Pour les pertes annuelles au cours du stockage seraient inférieures à 4,6% selon les auteurs précités. Dans une étude plus récente sur le stockage traditionnel des céréales vivrières en milieu paysan au Niger, RAYMOND (1983) a observé des pertes plus élevées (7,56%) dans la région de Maradi.

Au Sénégal YACIUCK (1977) a obtenu des résultats plus proches de ceux de DAVE et ELTERICH. Il a enregistré 2,2% pour le mil et 5,3% pour le sorgho stocké en épis. Les pertes sont plus proches pour le mil que pour le sorgho, il en va de même pour les céréales stockées en épis que battues (tableau 1).

Tableau 1 : Pertes annuelles de stockage dans les greniers traditionnels à Bambey : Sénégal (d'après Yaciuk, 1977)

État de la denrée	Taux des pertes
Mil (non battu)	2,2 %
Mil/Sorgho (mélangés)	12,4 %
Sorgho (battu + sable)	9,8 %
Sorgho (battu)	9,5 %
Sorgho (battu traité au Phosphate de bromide)	4,9 %
Sorgho (non battu)	5,3 %
Sorgho (non battu, traité au phosphate de bromide)	4 %

Les recherches menées présentement à l'Institut des Recherches Agricoles par DOGO SECK (1990) montrent que *Sitotroga cerealella* OLIV. est le principal ravageur du mil stocké en épis en milieu traditionnel. On rencontre également d'autres espèces telles *Ephestia cautella* WLK., *Tribolium castaneum* HERBST., *Rhizopertha dominica* F. et *Cryptolestes ferrugineus* STEPH, mais leur incidence est beaucoup plus modérée.

Il ressort de l'analyse précédente que la situation qui concerne le stockage des céréales en milieu rural sahélien n'est pas très alarmante à l'échelle du paysan. Les pertes lorsqu'elles se produisent sont graves avec le sorgho et le maïs stockés en graines dans les sacs et dans les entrepôts de l'Etat. La méthode de stockage en épis et l'humidité très faible contribuent grandement à l'amélioration de la conservation.

En effet dans une étude réalisée au Centre météorologique AGRHYMET de Niamey, KOTOMGONDE (1978) a montré que pour les céréales la teneur en eau varie de 3 à 5% dans les greniers en banco, 3 à 6,1% dans les greniers en paille durant la saison sèche. C'est en saison des pluies que les insectes font des dégâts aux céréales dans les greniers à cause de l'hygrométrie de l'air qui augmente et rend les grains moins durs. Le grenier en banco qui constitue un microclimat plus sec est beaucoup plus approprié au stockage des céréales que le grenier en paille durant la saison des pluies.

VI. LES PROBLÈMES LIÉS AU STOCKAGE DES LÉGUMINEUSES ALIMENTAIRES AU SAHEL

Les problèmes de post-récolte qui concernent les légumineuses alimentaires ne se limitent pas à l'Afrique Sahélienne, mais concernent pratiquement le monde entier. Leur dénominateur commun est leur origine liée aux attaques des bruches, bien que d'autres insectes comme le *Tribolium* peuvent s'y installer secondairement et accentuer les pertes.

Plus de 150 espèces de légumineuses sont cultivées dans le monde, avec une production annuelle estimée à plus 115 millions de tonnes (LABEYRIE, 1981). Cette production est essentiellement l'oeuvre de petits agriculteurs, mais beaucoup d'espèces de légumineuses sont en voie de régression. Ce dernier point pourrait se justifier par les contraintes multiples à la production de légumineuses, parmi lesquelles la protection des graines après récolte demeure le problème le plus épineux et l'une des raisons majeures du découragement des producteurs.

Les insectes de la famille des Bruchidae constituent sans aucun doute le frein majeur au développement des cultures des légumineuses à graines. Des études réalisées en Amérique latine (Colombie, Mexique), en Afrique Soudano-Sahélienne (Niger, Burkina Faso, Sénégal) et en Afrique Forestière (Congo) montrent qu'au niveau des villages la plupart des récoltes de haricot, de niébé ou d'arachide sont détruites par les bruches après quelques mois de stockage. La lutte contre ces ravageurs pose de nombreux problèmes et aucune solution satisfaisante n'a pu être proposée, tout au moins au niveau du paysan en raison notamment:

- de la méconnaissance des cycles biologiques de ces ravageurs,
- des dégâts souvent trop importants avant même la récolte,
- des méthodes traditionnelles de stockage peu adaptées à l'emploi des traitements et autres méthodes modernes de contrôle d'insectes nuisibles.

Dans une étude réalisée au Brésil, BASTOS (1973) a estimé que la destruction à 5% des graines de niébé par les bruches entraîne une perte en valeur marchande de l'ordre de 50%. Or les dégâts dus à ces insectes sont beaucoup plus importants en Afrique. Au Nigéria (le plus grand producteur mondial de cette légumineuse avec plus de 900 000 T/an), les pertes dues aux bruches ont été évaluées à plus de 30 millions de dollars par SINGH et ses collaborateurs (1983).

Au Niger, nous estimons les pertes pertétrées par ces ravageurs à plus de 30% de la réalité. Même dans ces conditions les pertes pourraient se chiffrer à plus de 10 milliards de francs CFA, ce qui représente au moins le dixième de notre budget d'investissement.

Les pertes occasionnées à l'arachide, sont souvent importantes notamment dans les zones arachidières de l'Ouest-Africain. Elles atteignent 10% en Gambie (TAYLOR, 1974) 25% en Côte d'Ivoire après 8 à 9 mois de conservation (POLLET, 1984).

Au Niger, une étude réalisée par le service national de la protection des végétaux dans les villages des départements de Maradi et de Zinder, montre que les pertes peuvent atteindre 30 à 40% après plusieurs mois de stockage. Les dégâts sont souvent si importants qu'ils rendent l'arachide inutilisable en huilerie.

Au cours d'une mission que nous avons effectuée à Gaya (Niger) en 1983, nous avons pu constater des dégâts plus importants. Plus de cinq tonnes de gousses de semences entreposées dans un magasin de l'UNC (Union Nationale des Coopératives) étaient totalement criblées de trous de *Carydon serratus* OL et aux dires du responsables locaux de l'agriculture, ils sont obligés en pareils cas de les détruire en brûlant tout le stock.

Ces pertes sont catastrophiques tant sur le plan alimentaire que sur le plan de l'économie de nos pays.

Le problème est donc d'importance, et la question qui revient toujours est de savoir comment limiter (tout au moins) de tels dégâts ?

Il n'y a certainement pas de recette miracle, mais une approche de lutte intégrant plusieurs méthodes tant modernes que traditionnelles et basée sur une bonne connaissance de la biologie de ces insectes semble être la voie la mieux appropriée.

Parmi les nombreuses espèces de *Bruchidae* s'attaquant aux "pulses" alimentaires à travers le monde, *Callosobruchus maculatus* F, *Bruchidus atrolineatus* Pic et *Carydon serratus* OL. sont les trois espèces qui causent des dégâts sur les légumineuses au Sahel. Les deux premières s'attaquent au niébé au champ et durant le stockage, la troisième provoque des pertes importantes aux graines d'arachide.

VII. AUTRES RAVAGEURS DE GRAINES ENTREPOSÉES AU SAHEL

1) Les termites

Leur action intervient en général au niveau des aires de séchage des épis de céréales ou des gousses des légumineuses avant l'entreposage dans les greniers. Mais les termites peuvent s'attaquer aux piquets servant de supports aux greniers construits en paille ; des techniques simples de traitement des aires de séchage avec des insecticides du groupe des organophosphorés ou des pyréthrinoïdes de synthèse, ou le badigeonnage des piquets à l'huile de vidange, permettent une bonne protection contre les termites.

2) Les rongeurs

Comme dans le cas précédent ils peuvent être actifs au niveau des aires de séchage, mais c'est surtout lorsqu'ils s'installent dans les greniers et les entrepôts que leur action peut devenir grave. Des méthodes de contrôle tant modernes (empoisonnement) que traditionnelles (battues, pièges de kornaka...) des rongeurs sont déployées.

VIII. CONCLUSION

Le stockage et la conservation des denrées alimentaires constituent pour les zones sahéliennes chroniquement déficitaires un sujet préoccupant. Toutefois les pertes enregistrées au niveau des villages sont beaucoup moins importantes pour les céréales que pour les légumineuses et autres denrées périssables. Par contre au niveau des entrepôts des États et des commerçants grossistes qui stockent les céréales en sacs, les pertes enregistrées sont souvent importantes.

Des méthodes de lutte tant modernes que traditionnelles sont déployées un peu partout mais leur impact reste encore modeste avec les légumineuses alimentaires. Un effort de rencontre en vue de mieux connaître les divers systèmes post-récolte en Afrique est indispensable pour leur amélioration.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DAVET. et ELTERICH J. 1978 - Quelques aspects de stockage des céréales par les fermiers et les pratiques de commercialisation au Niger. Résultats de l'enquête et recommandations.
- DE LUCAS 1979 - Ingrédients naturels de préservation des graines stockées dans les pays en voie de développement, J. ATBA-XXVI (1) P. 29-52.
- GUGGENHEIM H. (1978) - De l'importance des greniers traditionnels de stockage de mil au Sahel. Communication au Séminaire CEAO de Ouagadougou (Burkina Faso), 10 (Rénéo).
- GUGGENHEIM H. et DIALLO H. H. 1977 – Grain storage in the fifth region of Mali problems and solutions. US – AID, Report.

- LABEYRIE V. 1981 - Vaincre la carence protéique par le développement des légumineuses alimentaires et la protection de leur récolte contre les bruches - Food Nutrition Bulletin, 3 (1) : 24-38. POLLET A. 1984- Caractérisation des stocks villageois de légumineuses à graines constitués en Côte d'Ivoire. Identification des principaux ravageurs et problèmes posés à la production. IDESSA, ORSTOM/CI.
- RAYMOND A. 1983 – Stockage traditionnel des céréales vivrières en milieu paysan au Niger. Thèse MS, Université Laval (Canada).
- SINGH S. R., SINGH B. B., JACKAI L., NTARE 1983 - Cowpea research at IITA, Inf. Ser. n° 14, Zop.
- TAYLOR 1974 – Séminaire régional sur les pertes post-récolte. Accra-Ghana.
- YACIUCK G. – Méthodologie de l'enquête sur la technologie post-récolte en milieu paysan - Bambey (Sénégal) CNRA/ISRA, 96 p.

1.3. LA SITUATION DU SECTEUR POST-RÉCOLTE AU MALI

Mme KANTE ASSA BORE
Ingénieur Technologue
Section de Recherche sur les cultures vivrières
et oléagineuses (S.R.C.V.0)

Résumé

Les structures traditionnelles de stockage semblent bien adaptées et les pertes y sont faibles pour les céréales. Par contre la plupart des insectes se rencontrent au niveau des structures étatiques où ils commettent des dégâts importants.

Le stockage conditionné, la transformation est une opération très utilisée au Mali. Ici les problèmes sont d'ordre mécanique (manque de pièces de rechange des moulins) et alimentaire par la perte de la qualité nutritionnelle à la suite de la perte des parties riches du grain. De ce fait la tendance est de produire des farines composées.

I. INTRODUCTION

Le secteur post-récolte qui englobe les multiples activités allant du stade de la récolte à celui de la consommation est à présent suffisamment couvert au Mali. Les préjudices subis par ce secteur sont lourds à supporter non seulement on note une perte quantitative et qualitative, mais aussi les fonds destinés à l'acquisition des moyens de production et les efforts de l'agriculture sont également réduits à néant.

En effet, le stockage et la transformation restent certains des stades les plus importants des opérations après-récolte. De nos jours, ces opérations connaissent des problèmes tout comme des améliorations. La nature des problèmes diffère avec la spéculation et les zones écologiques.

Ainsi la présente communication sera axée sur ces deux aspects du domaine post-récolte.

II. CARACTÉRISTIQUES DU CLIMAT MALIEN.

Le Mali, pays continental se caractérise par un climat soudano-sahélien. Compte tenu du volume des précipitations, on distingue cinq zones climatiques : la zone guinéenne, la zone sahélienne et la zone saharienne. Face aux caprices pluviométriques des dernières années provoquant tantôt la pénurie, tantôt l'abondance, il est apparu nécessaire de mener des réflexions dans le but de concevoir une certaine stratégie en vue d'assurer l'autosuffisance alimentaire au niveau du pays.

En effet cette situation agit directement sur le niveau de la productivité entraînant parfois des fluctuations de prix variant de 20 FCFA à 150 FCFA le kg de mil suivant les années et les localités.

Par ailleurs, il a été remarqué lors du colloque de Mindelo (Cap Vert) en décembre 1986 que les états sahéliens ne peuvent ni financer, ni gérer des stocks importants. Il s'est donc avéré nécessaire de prendre des dispositions afin de se préserver contre les éventuels problèmes de la post-récolte.

III. LE STOCKAGE ET SES CONTRAINTES.

La plupart des cultures vivrières ont un caractère saisonnier et leur utilisation s'étale au fil du temps ce qui nécessite un entreposage. Les problèmes de stockage sont liés aux conditions climatiques (température, humidité, etc...) et à l'attaque par les déprédateurs (bactéries, champignons, insectes, rongeurs). Ainsi l'homme essaie d'avoir une certaine sécurité alimentaire en prenant des mesures préventives et curatives pour exclure à priori une infestation ou pour réduire le développement des parasites, les répulser ou les tuer.

Il existe des méthodes traditionnelles paysannes de stockage suivant les régions du pays et les ethnies, telles que l'entreposage des céréales dans les greniers en banco (mottes, briques, jarres) ou en bambou ou paille. Certaines de ces structures présentent des avantages tel que le grenier en mottes de terre qui est très résistant, car il offre une meilleure protection contre les ravageurs, et présente une facilité de fumigation en cas d'infestation déclarée (Kodio, O. 1988). Les technologies modernes sont onéreuses et ne sont pas à la portée des paysans.

Concernant les mesures préventives, les ruraux utilisent de la cendre de bois, du piment, du sable et certaines plantes locales comme *Hyptis spicigera* pour prévenir les infestations. Mais, d'après une enquête faite par le projet d'étude et d'amélioration des greniers et stocks villageois (CEAO, CILSS, 1987) dans la zone Sud-Est du pays, il a été remarqué que les paysans de ces régions ont tendance à abandonner les techniques traditionnelles de conservation utilisant les ingrédients naturels, pour les remplacer par l'emploi d'insecticides chimiques en poudre, tels que le Lindane, le Sijolan et autres produits disponibles sur le marché.

La présence de rongeurs ne pose pas tellement d'inquiétudes ce sont surtout les termites qui s'attaquent aux poutres et poutrelles de la plateforme des greniers, qui sont maintenant faites avec des bois moins résistants que ceux utilisés autrefois. D'autre part, l'introduction récente du battage mécanisé est en train de modifier le stockage en épis au stockage en grain.

Au niveau des structures étatiques de stockage, notamment l'Office des Produits Agricoles du Mali (OPAM) les dégâts sont surtout causés par *Tribolium confusum*, *Rhizopertha dominia*, *Trogoderma granarium*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis*, un peu de *Sitophilus oryzae* sur le riz importé (communication verbale)

Des mesures d'hygiène sont appliquées et elles consistent à l'entretien des locaux ainsi que le traitement des stocks par fumigation avec le phostoxin en cas d'attaque. Il faut tout de même noter qu'à l'OPAM des normes sont imposées avant l'emmagasinage de tous les produits provenant des zones rurales.

Il s'est tenu à Bamako quelques séminaires notamment celui d'Avril 1979 sur l'amélioration des systèmes post-récolte en Afrique, et un autre en 1989 sur l'amélioration des stocks dans les entrepôts de taille moyenne. Tous ces séminaires ont surtout porté fruit au stockage étatique (Offices Céréalières) et non au stockage paysan alors que les ruraux représentent la majorité de la population du pays.

IV. TRANSFORMATIONS

La transformation des grains consiste en un changement de l'état physicochimique à une forme plus adéquate pour la consommation.

C'est une étape très importante qui diffère selon le milieu et la recette. Parmi les méthodes de transformation des céréales qui restent la base de l'alimentation de nos populations on distingue :

La méthode traditionnelle : utilise le pilon et le mortier pour le décortilage et la mouture, des opérations très pénibles et coûteuses de temps et d'énergie. Elle se caractérise par un taux de productivité faible (9.3 à 13 kg/h au décortilage et 3 à 4 kg/h à la mouture y compris les tamisages). La farine obtenue a un taux d'humidité élevé de 22 à 26% (VANNECK, 1982), ce qui réduit le temps de conservation, du produit dans les conditions normales de température et d'humidité. Il faut noter que cette méthode manuelle engendre des pertes quantitatives et qualitatives notables dues aux projections du produit hors du mortier.

Méthode mécanique : on considère qu'au Mali, cette transformation est estimée à environ 10% par rapport aux quantités de céréales consommées, le décortilage mécanique étant négligeable (à l'exception de celui du riz). Au Mali, le nombre de moulins a été évalué à 1 500 en 1982 par le BIT/PECTA, mais il n'est pas actualisé.

Nous remarquons, cependant une progression constante de ces installations dans les villes et des tentatives de projets de développement rural à l'équipement des villages en matériaux de traitement des céréales. Il existe une action du projet ARPON dans l'utilisation de décortiqueuses à l'Office du Niger.

Dans les zones rizicoles de l'Office, le riz constitue la base de l'alimentation des populations ; les opérations de transformation post-récolte qui reviennent aux femmes sont généralement accomplis avec le procédé manuel. Ainsi une étude faite par la Division Promotion Rurale (DPR) auprès de certains villages a révélé l'intéressement des femmes aux décortiqueuses et aux moulins ; suite à cela, le Projet ARPON en collaboration avec d'autres divisions de l'Office du Niger a entrepris deux types de test de décortiqueuses dans 18 villages situés dans les secteurs de Niono et Kokry. Les objectifs visés par cette action sont lancés dans le sens de la libération des femmes, de l'augmentation de leurs revenus (étude promotion des céréales locales au Mali, 1988).

Nous citons également le cas du cercle de Koutiala qui compte environ 50 moulins pour 48 010 habitants. Dans le cadre de la transformation mécanique des céréales on distingue les filières humide et sèche. Le traitement des céréales par la filière humide donne un produit ne pouvant se conserver que pendant une courte période, ce qui constitue un facteur limitant. Cependant elle est beaucoup plus utilisée parce qu'elle donne une farine assez fine. Par contre la méthode de traitement à sec offre un délai minimum de quinze jours de conservation (KANTE A. et SIDIBÉ S., 1983) -Ainsi l'association villageoise de Nampossel avec sa minoterie a entrepris la commercialisation de semoule de maïs en adoptant le processus de traitement des grains de maïs à sec.

Au niveau de ces procédés de transformation il existe quelques problèmes notamment :

- a. la perte de la qualité des parties riches du grain par un décortilage très poussé,
- b. la déficience naturelle des céréales en protéine par rapport à d'autres cultures protéiques,

Il s'est donc avéré nécessaire d'introduire des farines composées (mélange de légumineuses et de céréales) dans l'alimentation des populations. Ce test est actuellement en cours au niveau de la recherche agronomique ainsi que la diversification des plats à partir des cultures vivrières.

Le centre post-récolte de Samanko : ce centre a fonctionné comme une cellule de recherche, d'essais et de formation en matière de technique après récolte. A cet effet, elle assure non seulement la formation des meuniers, mais aussi, elle consiste à expérimenter certaines machines de traitement des céréales. C'est ainsi qu'elle reçoit en moyenne par an une trentaine d'agents pour la formation en mouture venant soit des opérations de développement rural, soit proposés par des particuliers privés s'intéressant aux activités de décortilage et de mouture des céréales.

Les types de décortiqueuses sont :

- a. CRDI travaillant par abrasion
- b. ATI
- c. Engleberg

Les moulins sont à meules de type HUN ou BENTALL. Sur le plan fonctionnement des différentes machines utilisées pour le traitement des céréales, les problèmes souvent rencontrés portent sur l'usure des pièces travaillantes, mais sont aussi d'ordre organisationnel ou de gestion financière dont les principaux sont:

- a. le prix d'acquisition élevé des moulins et décortiqueuses
- b. le prix relativement élevé de la mouture pour les ménagères en zone rurale.
- c. la mauvaise tenue des cahiers de gestion au niveau des unités d'exploitation des moulins.
- d. le manque de moyens de conservation des produits de mouture sur une longue période (sacherie, produits appropriés pour lutter contre les parasites nuisibles, lieux de stockage, etc...)

Transformation industrielle des céréales : La seule industrie de transformation des céréales est représentée par les Grands Moulins du Mali (GMM). Cette unité industrielle a été installée en 1982 et s'occupe essentiellement de la production de la farine de blé avec une capacité théorique de production de 40 000 T/an. Elle entreprend de traiter aussi les autres céréales (mil, maïs, sorgho). Mais ces dernières installations d'une capacité de 6 000 T n'ont pratiquement jamais fonctionné. Un accord avec l'OPAM devrait assurer l'approvisionnement des Grands Moulins en matières premières, mais ce ravitaillement n'a pu être assuré que par la CEE (Communauté Economique Européenne).

La nature des difficultés rencontrées par cette industrie s'explique par :

- a. la difficulté d'approvisionnement sur le marché local
- b. la difficulté du maintien de la qualité des farines à des termes relativement longs.
- c. la difficulté d'organisation

Face à ces problèmes, les Grands Moulins ont arrêté provisoirement les installations conçues pour le traitement des céréales locales (Etude sur la promotion des céréales locales au Mali 1988).

V. DIVISION CONTRÔLÉE DU CONDITIONNEMENT DES PRODUITS AGRICOLES AU MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE DU MALI

Le contrôle du conditionnement des produits agricoles est une division qui est chargé de l'inspection et de la coordination de toutes les activités de contrôle de la qualité au Mali. L'objet essentiel de cette structure consiste à contrôler à l'importation et à l'exportation la conformité des produits agricoles avec la réglementation en place. Il s'agit d'apporter un appui aux exportateurs et producteurs en tenant des statistiques afin de contribuer à améliorer les performances.

Pour cela il existe 16 arrêtés définissant les normes des produits agricoles pour l'exportation et l'inspection des produits agricoles suivants : arachide, amande de karité, beurre de karité, coton, kapok, sorgho, petit mil, riz, gomme, mangues, tourteaux d'arachide, légume frais, riz paddy, conserves alimentaires, fibre dah, tabac en feuille. Une commission d'expertise fonctionne pour les éventuelles contestations.

Lorsqu'il est constaté qu'un lot fait l'objet d'une adjonction frauduleuse, des sanctions pénales sont prises. Une attention particulière doit être accordée à ce service vu l'importance du contrôle de la qualité dans l'économie malienne pour que le pays puisse affronter les marchés internationaux de concurrence.

VI. CONCLUSION

Bien que certaines techniques traditionnelles et modernes existent déjà pour la prévention et la lutte contre les ravageurs, et compte tenu de la diversité climatique du territoire, il faut noter qu'aucune étude n'a été faite sur la répartition des ravageurs après-récolte (insectes et micro-organismes) au Mali.

Sur les marchés locaux il n'y a aucun contrôle de la qualité des denrées alimentaires, ce qui est un problème crucial, considérant les nombreux cas de cancer primitif du foie, signalés dans divers pays africains à la suite de la présence d'aflatoxine dans certaines céréales et légumineuses infestées (recommandation, colloque international sur les céréales en régions chaudes, N'gaoundéré 1988).

Il n'existe aucune méthode adéquate pour estimer les pertes post-messiales au niveau du paysan ; concernant la transformation il faut reconnaître que l'action de la mécanisation a permis la libéralisation de la femme des durs travaux, et prend du poids dans le pays. Certains aspects de ce secteur ainsi que la diversification des plats et l'amélioration de la qualité des céréales et des légumineuses sont encore au niveau expérimental.

Quant aux unités industrielles elles rencontrent quelques difficultés en matière d'approvisionnement et de conservation de la qualité des céréales locales transformées.

RÉFÉRENCES

- CILSS, 1979. Amélioration des systèmes post-récolte en Afrique de l'Ouest Séminaire à Bamako, Mali.
- Comité National du CILSS/MALI, 1988. Etude sur la promotion des céréales locales au Mali.
- FAO, 1987. Mission de formulation d'un projet d'étude et d'amélioration des greniers et stocks villageois CEAO/CILSS.
- FOUA-BI K, 1988. Les problèmes de la post-récolte en Afrique. Etat actuel. Perspective d'Avenir. Céréales en Régions Chaudes N'Gaoudéré, Camérout.
- KODIO. O., 1988. Structures paysannes de stockage au Mali. Céréales en régions chaudes N'GAOUNDERE. CAMEROUN.
- OUA/GTZ, 1980. Les problèmes de la post-récolte. LOME-TOGO
- OPAM/DSE, 1989. Cours international de perfectionnement professionnel sur l'amélioration de la protection des stocks dans les entrepôts de taille moyenne. Bamako, MALI.
- SIDIBE. S., et KANTE. A., 1983. Rapport annuel sur la commission technique des cultures vivrières et oléagineuses DRA/IER. BAMAKO - MALI.
- VANNEK, 1983. Étude sur la transformation mécanique des céréales au Mali. Centre Post-Récolte de Samanko - MALI.

1.4. QUELQUES CONSIDÉRATIONS SUR LA TECHNOLOGIE POST-RÉCOLTE DES CÉRÉALES ET LÉGUMINEUSES

OUSMANE GAYE
I.T.A
BP 2765 Dakar, Sénégal

Résumé

L'étude de la situation alimentaire du Sénégal, pays essentiellement agricole révèle que les céréales et les légumineuses jouent un rôle important dans les activités socio-économiques surtout des paysans. Une valorisation de ces denrées alimentaires de base par une technologie post-récolte appropriée, simple et peu coûteuse est certainement une contribution non négligeable à la réalisation de l'autosuffisance alimentaire du pays.

Dans les pages qui suivent sont exposés les différents points importants (transformation, stockage) de la technologie post-récolte des céréales et légumineuses de même que leur impact sur la qualité de vie des populations. Un accent particulier est mis sur les résultats de la recherche obtenus dans ce domaine.

I. INTRODUCTION/PROBLÉMATIQUE

Le Sénégal est un pays essentiellement agricole avec un taux de ruralité de 70% environ. Le secteur agricole participe pour à peu près 29% au PNB. Cependant, le secteur agricole reste fortement tributaire des précipitations à caractères variable et aléatoire au cours des années.

Il est prévu de développer les cultures irriguées dans la "période après-barrages", au niveau des vallées, des fleuves Sénégal et Gambie.

Aujourd'hui l'irrigation intéresse surtout les cultures maraîchères de courte saison, dans les Niayes à partir d'ouvrages hydrauliques captant des nappes souterraines. On les pratique également partout à l'intérieur du pays, où ces ouvrages permettent un reliquat d'eau important, pour la culture de contre-saison.

Avant la nouvelle politique agricole, la part réservée aux cultures d'exportation, telle que l'arachide dans les emblavures était très importante.

Notre objectif actuel est d'atteindre l'autosuffisance alimentaire à l'horizon 2000, par la satisfaction à concurrence de 80 % des besoins en céréales du pays, avec la production locale. Pour que cet objectif soit atteint, un plus grand accent sera mis sur les cultures vivrières. Les superficies en céréales (mil, sorgho, maïs, riz pluvial et irrigué) vont connaître une augmentation,

tandis que celles d'arachide vont stagner. Egalement la culture de niébé est en constante progression, dans le souci d'améliorer le système d'assolement, la qualité nutritive des aliments à base de céréales et de remplacer l'arachide dans les zones où sa culture est rendue aléatoire par une faible pluviosité.

L'étude de la situation alimentaire de nombreux pays du Tiers Monde révèle qu'il ne suffit pas de produire ou de commercialiser ; encore faut-il transformer et vendre des produits acceptés par les consommateurs. La transformation des produits agricoles et alimentaires est un élément essentiel des filières production - consommation. Elle a un impact direct sur la vie des paysans et sur la satisfaction des besoins alimentaires des populations urbaines.

Alors que l'on assiste en de nombreux pays, pour répondre à la demande interne, à la croissance de la dépendance alimentaire, au développement de modes de consommation liés aux produits importés et à l'urbanisation explosive, à la perte de vitesse de produits autochtones qui se sont adaptés aux conditions écologiques de production de pays concernés (mil, sorgho au Sahel par exemple), la maîtrise de la transformation des produits locaux peut être une réponse à ces tendances inquiétantes.

II. TRANSFORMATION DES CÉRÉALES ET LÉGUMINEUSES

II.1. Consommation et utilisation des légumineuses

Au Sénégal comme dans beaucoup de pays d'Afrique de l'Ouest, plusieurs types et variétés de légumineuses sont cultivées depuis très longtemps.

De toutes les légumineuses à graines cultivées au Sénégal, en dehors de l'arachide le niébé (*Vigna unguiculata*) est l'espèce légumineuse la plus répandue.

Le niébé présente actuellement un intérêt certain pour le pays. En effet sa culture est pratiquée dans la plupart des régions, plus entièrement dans le Nord où il existe deux types de cultures (*diéri* et *ouali*) et le centre arachidier (Diourbel, Louga, Thiès, Kaolack et Fatik) dont l'écologie est de moins en moins favorable à la culture de l'arachide. D'après des prospections variétales effectuées par le Centre National de Recherches Agronomiques (C.N.R.A) de Bambey, il existe au Sénégal un peu plus d'une demi-centaine de variétés de niébé adaptées aux différents types de terrains dont certaines très intéressantes sont déjà vulgarisées.

L'arachide de bouche quant à elle est cultivée dans le bassin arachidier, les régions Sud et orientales du pays, alors que le soja, culture plus récente se développe dans la région de Casamance où la pluviométrie est relativement plus abondante.

Les légumineuses alimentaires entrent dans la préparation de plusieurs plats traditionnels au Sénégal.

En zone rurale, le niébé est utilisé presque dans tous les aliments non sucrés. Cette légumineuse protéagineuse (23-26%) la plus répandue est généralement utilisée comme légume pour enrichir la valeur nutritive des plats à base de céréales tels que riz au poisson sec, différentes recettes de couscous de mil, sorgho ou maïs, différentes bouillies et pâtes. Le niébé dans ces cas est utilisé soit sous forme de graines sèches ou fraîches (humides), entières non dépelliculées soit sous forme de gousses à l'état immature. Comme denrée de base le niébé sert à la préparation de beignets appelés "akaras", cuit dans de l'huile à partir d'une pâte.

La préparation de la pâte consiste à tremper pendant de longues heures les graines qui sont ensuite pilées au mortier après dépelliculage afin de réduire les cotylédons en pâte par l'adjonction progressive d'eau. Une forme d'utilisation peu répandue que l'on rencontre dans les grandes zones productrices de niébé est le "Ndambé" (terme ouoloff) qui est une recette à base

de graines entières de niébé en association avec de la viande et du manioc ou de la viande et du poisson sec. Le couscous est aussi préparé à partir de farine composée de céréales, niébé dans des proportions variables.

La combinaison céréales -niébé est fort heureuse parce que complémentaire. En effet dans les céréales, l'acide aminé limitant est la lysine dont les légumineuses (niébé) sont relativement riches alors qu'elles sont pauvres en acides aminés soufrés (méthionine et cystine) que les céréales renferment correctement.

On sait que les tendances de la recherche sont d'extraire les protéines des légumineuses (niébé) sous forme de concentrés afin d'éviter les phénomènes de flatulence (gaz intestinaux). Ces concentrés de protéines peuvent être incorporés dans la formulation d'aliments, de sevrage à base de céréales et légumineuses avec des résultats satisfaisants.

La germination du niébé élimine également tout ou partie des phénomènes de flatulence du fait de l'hydraulyse des sucres responsables de ces phénomènes par les enzymes amylases en même temps elle augmente considérablement sa teneur en vitamine C.

De même la fabrication d'amidon de niébé ou de production de protéines à partir de levures nourries sur déchets de niébé sont autant de pistes nouvelles pour la valorisation du produit et la lutte contre la déficience en protéines qui peut se traduire chez les enfants par des cas de *kwashiorkor* ou de "Marasme" ou des besoins existants en confiserie et pâtisserie mais aussi des besoins potentiels dans les secteurs tels que la biscuiterie, la fabrication d'aliments de sevrage et d'aliments énergétiques.

Le soja, malgré son introduction récente dans le pays, a fait l'objet de recherches ayant abouti à des variétés adaptées aux conditions écologiques de la zone Sud du pays. Des études menées ont montré que le soja peut également être au Sénégal une protéagineuse d'un apport significatif dans l'équilibre et l'amélioration de la ration alimentaire des populations.

Un échantillon composé d'enfants de 11 à 26 mois, issus de familles à faibles revenus souffrant de *kwashiorkor* et de marasme a été suivi dans un hôpital à Dakar.

Les enfants recevaient une ration alimentaire quotidienne dont le principal élément était une bouillie préparée à partir d'une farine composée de 70% de mil et de 30% de concentrés de protéines de soja.

Au bout de 10 jours, 97% des enfants ayant eu des oedèmes ont vu ces oedèmes fondus.

Une expérimentation en milieu rural a montré l'efficacité des protéines du soja chez des enfants et adultes atteints de malnutrition.

L'I.T.A. a mis au point plusieurs recettes qui ont été testées par le laboratoire d'analyses sensorielles et des jurys en dehors de l'Institut. Ces recettes consignées dans des fiches se sont avérées conformes aux habitudes alimentaires aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain.

Les effets positifs de l'incorporation de la farine de soja dans la composition du pain type français ont été mis en évidence lors des essais effectués. Dans ce cas, il convient de distinguer deux types d'utilisation de la farine de soja selon que l'objectif visé est la supplémentation ou l'amélioration des qualités rhéologiques de la pâte et du pain.

II.2. Consommation et utilisation des céréales

Les principales céréales produites au Sénégal sont le mil, le sorgho, le maïs et le riz. Les mil et sorgho sont souvent associés et forment le groupe des millets. La preuve en est que dans le langage courant il s'agit de petit mil et de gros mil.

La part des céréales dans l'alimentation des populations du Sénégal est très importante et les besoins sont estimés à 1 200 000 tonnes.

De cette quantité, la production locale ne couvre que quelques 900 000 tonnes en moyenne (depuis 1986) soit 75%, le reste étant couvert par les importations (riz et blé) et les dons de la communauté internationale.

L'examen du tableau récapitulatif des statistiques agricoles (campagnes 1979/1980 - 1988/89) montre que les céréales sont cultivées dans toutes les dix régions du Sénégal.

On peut, malgré le constat de la culture des céréales sur toute l'étendue du territoire sénégalais constater toujours un besoin important d'importation (25% des besoins annuels).

Il faut cependant signaler que la majeure partie des céréales importées est consommée par les populations des villes, les populations rurales ayant pour aliments de base les céréales locales notamment le mil.

L'hémorragie de devises et la stagnation voir la régression de la production locale ont amené le gouvernement du Sénégal à élaborer une politique d'autosuffisance mais aussi de sécurité alimentaire dont les principaux axes sont :

- l'accroissement de la production vivrière et la réduction des importations;
- la promotion des produits locaux par leur valorisation optimale et leur plus grande consommation par les populations urbaines ;
- l'amélioration des conditions de stockage et constitution des stocks de sécurité

II.2.1. Technologie traditionnelle de préparation d'aliments à base de mil et de sorgho

La transformation en produits primaires, farines et semoules puis secondaires bouillies, couscous, "*thiakry*", beignets etc... a toujours été dévolue aux femmes. Et l'on constate que la technologie employée est parfaitement adaptée à la structure de la graine. Les graines de millets ont la même structure que toutes les autres graines de céréales : péricarpe, endoscarpe et embryon. Les techniques traditionnelles de mouture que l'on trouve jusqu'à présent sont :

- Soit la mouture par meule dormante c'est-à-dire l'écrasement entre deux pierres dont celle de dessous est plus grande et légèrement incurvée et celle de dessus plus ramassée et cylindrique.

La farine obtenue par cette méthode contient toutes les parties du grain: Son et farine ;

- Soit le mouture en mortier de bois : elle est nettement plus perfectionnée et donne des produits de bonne qualité nutritionnelle. C'est cette méthode qui a prévalu sur la première et qui est plus répandue au Sénégal.

Les inconvénients de cette méthode est qu'elle demande beaucoup de temps à la femme et que la farine obtenue à moins qu'elle ne soit séchée ne se conserve pas bien. Ceci est dû à la fois à la grande teneur en eau des graines au cours de la phase décorticage et à l'oxydation des acides gras dont l'embryon est si riche.

Les nutritionnistes reconnaissent à l'unanimité la valeur de la technique de mouture des millets par pilage. C'est pourquoi la mécanisation doit viser à donner des farines de qualité nutritionnelle semblable à celle des farines artisanales.

II.2.2. Technologie appropriée de transformation des céréales locales

Les méthodes de transformation appropriées développées au niveau de l'Institut de technologie alimentaire du Sénégal consistent en deux étapes principales : une étape dite de transformation primaire qui a pour objectif la mise à la disposition des populations, surtout celles des villes, de produits semi-finis stables d'utilisation commode et pratique et enfin une deuxième étape dite celle de transformation secondaire ; avec comme principal objectif le développement de produits finis, de qualités nutritionnelles et hygiène supérieure qui se conservent bien.

En effet l'I.T.A. a développé une technique appropriée pour la mouture du mil et sorgho différente de la méthode meunière classique appliquée au blé et qui consiste à décortiquer les graines du matériel mécanisé simple qui peut facilement être fabriqué sur place (SISMAR).

Les moulins SENTENAC produisent et commercialisent actuellement une quantité importante de farine et de "*sankla*" ou semoule de mil.

A la suite d'une étude de faisabilité sur la mouture du mil et du sorgho, deux unités produisent à l'échelle industrielle au Sénégal du pain de céréales locales surtout de mil appelé "pamiblé".

Le "pamiblé" est un pain composé de type français fabriqué à partir d'un mélange de 85% de farine de blé et 15% de farine de mil *souna*.

Initialement le pain qui devait être fabriqué à grande échelle et qui a été mis au point par l'I.T.A. avec la collaboration de la F.A.O est le pain de mil qui contient 30% de farine de mil.

La technique de fabrication est celle dite du pétrissage intensifié séparé qui consiste à pétrir d'abord la farine de mil, la farine de blé à laquelle tous les ingrédients (levures, sel, acide ascorbique et éventuellement matières grasses sont incorporés. A deux minutes de la fin de pétrissage est incorporé le paton de farine de mil.

A la fin du pétrissage on obtient une pâte homogène. La suite des opérations est identique à celle de la fabrication du pain de type français (pointage, division, façonnage, fermentation, incision et cuisson).

Le pain ainsi obtenu a un aspect correct tant du point de vue externe (croûte et coups de lames) que du point de vue interne (mie finement alvéolée, peu élastique et de couleur légèrement grise).

La technique du pétrissage intensifié séparée a été abandonnée au profit de la technique courante qui consiste au mélange préalable des farines avant le pétrissage pour les raisons de commodité. Mais notons que le pétrissage intensifié séparé a l'avantage d'avoir une incidence sur le volume du pain composé. Malgré les résultats technologiques positifs auxquels ont abouti les tests divers et les mesures incitatives prises par le gouvernement pour assurer à l'opération pamiblé des chances supplémentaires de réussites ; on continue à assister à une faible diffusion de ce produit qui pourtant rassemble de bonnes qualités organoleptiques, nutritionnelles et qui se conserve relativement bien pendant deux à trois jours contrairement au pain de froment consommé par l'ensemble des Sénégalais.

Pourtant le discours de fin d'année 1989 du Président de la République invite à juste titre tous les citoyens à consommer local pour des raisons évidentes de développement socio-économique.

Avec une incorporation progressive de céréales locales (mil, sorgho, ou maïs) dans le pain, le Sénégal pourra réduire l'utilisation des devises dont le pays a grandement besoin pour acheter à l'étranger du matériel et d'autres services.

- L'utilisation du maïs est à peu près identique à celle des mil et sorgho sous forme de farine ou de semoule pour préparer la bouillie, le couscous ou les galettes. Des graines de maïs brisées peuvent servir de substitut au riz brisé dans plusieurs préparations culinaires. Le maïs est consommé cru ou grillé en épis. Force est de reconnaître que la consommation des millets dépasse de loin celle du maïs au Sénégal.
- Pour le riz, après la récolte, le paddy est coupé en bottes, et séché. Puis il est mis dans un étroit mortier en bois où avec des coups de pilon il est séparé de ses pailles et vanné. Le grain de riz ou caryopse doit encore être extrait par décorticage au mortier de bois des balles qui l'enveloppent pour être consommés. On obtient du riz brun qui peut être blanchi toujours par pilonnage.

Comme pour les mils, l'on constate après le blanchissement du riz, une diminution très forte des lipides contenus dans la couche extérieure du grain, les protéines aussi diminuent ainsi que la cellulose, alors que les glucides augmentent et plus spécialement l'amidon, le blanchissement entraîne aussi une perte importante des vitamines du groupe B.

Des céréales locales, le riz est le plus consommé du fait de la facilité de son utilisation par les femmes. La plupart des pays emploie le riz entier à l'exception du Sénégal dont la préférence des consommateurs porte sur les brisures de riz. Le riz constitue l'élément de base dans l'alimentation des populations sénégalaises.

La valeur protéique du maïs 10% avant transformation est beaucoup plus faible que celle des mils et sorgho 11% mais plus élevés que celle du riz 8,9%.

L'on ne répétera jamais assez que le traitement industriel des céréales, s'il veut soulager la femme africaine, doit reproduire la qualité nutritive du traitement artisanal fort bien adapté aux produits. Cette recommandation est formelle si l'on tient à cœur de tenir compte des états, de mal-nutrition, en Afrique et au Sénégal en particulier.

II.3. Stockage des céréales légumineuses

La réduction des pertes est un problème dont l'importance n'est plus à démontrer et l'on constate en Afrique de l'Ouest par exemple que plus du quart (1/4) de la production agricole est perdu après la moisson aux différentes étapes entre la production et la consommation. Il a été démontré par la FAO que ces pertes après récolte s'élèvent à plus de 10% et que les estimations peuvent aller jusqu'à 20 à 30% selon les périodes de stockage dans les divers pays du Tiers-Monde.

En outre étant donné qu'environ 70 à 80% de la production céréalière totale dans les pays tropicaux en développement sont conservés au niveau villageois dans des structures traditionnelles de stockage, à des fins d'échange, de consommation pour parer à d'éventuelles pénuries. On se rend compte que la plupart des pertes alimentaires ont lieu pendant le stockage et le problème est particulièrement accentué pendant les périodes d'abondance.

Au Sénégal les pertes après récolte et au cours du stockage sont importantes (20-30%). Ces pertes sont souvent dues aux oiseaux, aux insectes et aux rongeurs (rats, souris etc...).

Les insectes couramment rencontrés chez les céréales et les légumineuses sont:

- le *tribolium* de la farine (*Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*)
- le charançon du riz (*Sitophilus oryzae*)
- le charançon du blé (*Sitophilus granarius*)
- le *trogoderme* du grain (*Trogoderma granarium*)
- la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus*)
- la bruche de l'arachide (*Caryedon serratus*).

Les données obtenues sur les pertes (P) et les dégâts (D) se reproduisent après 4-12 mois de stockage des graines au Sénégal peuvent être résumées comme suit :

PRODUIT	LIEU DE STOCKAGE	%	CAUSE PRINCIPALE
Arachide	Entrepôt coopérative	20-30 (P)	Insectes (<i>Caryedon</i>)
Mil	Ferme	20-50 (P)	Insectes (<i>Trogoderma</i>) rats ; souris
Sorgho	Ferme	15-20 (P)	Insectes (<i>Sitotroga</i>) rats ; souris
Arachide	Ferme	20	Réduction de la germination
		6 (accroissement de l'acidité)	Insectes
		6 (réduction de l'huile)	Insectes
Niébé	Ferme	23-56 (D)	Insectes (<i>Bruchidus</i>)
		3 (D)	Insectes (à la récolte)

Par ailleurs les structures de stockage se situent à deux niveaux :

- Niveau villageois dans des greniers traditionnels, des fûts métalliques, des sacs plastiques de céréales (petits magasins) ;
- Niveau commercial dans des magasins métalliques et des magasins en dur.

Des résultats satisfaisants sont obtenus au niveau villageois avec les fûts métalliques. Le fût doit être rempli au maximum et bien fermé. Ce système présente plusieurs avantages par rapport aux autres.

- plus facile à employer
- solidité (métal)
- non emploi d'insecticides
- prix de revient intéressant.

Ce fût est très apprécié par les utilisateurs. Un sondage effectué par la section stockage de l'I.T.A. (Janvier - Février 1986) a permis d'enregistrer une demande de 3397 fûts de 200 l par 637 paysans rien que dans la région de Louga pour le stockage surtout du niébé. Ce qui représente une moyenne de 5 fûts par paysan.

Les méthodes de lutte pratiquées sont :

- l'hygiène - propreté
- lutte par des moyens physiques (chaleur, atmosphère contrôlé)
- lutte chimique par la pulvérisation, le poudrage et la fumigation (gaz).

III. CONCLUSION

L'augmentation de la capacité des états africains à répondre à leurs propres besoins alimentaires constitue un objectif fondamental.

On devrait pouvoir au Sénégal augmenter les disponibilités en céréales et légumineuses par une meilleure utilisation des surfaces cultivées, par une généralisation de technologie de transformation appropriée, par un bon procédé de stockage et par une organisation fonctionnelle de la distribution et de la consommation.

Rien que avec l'amélioration des technologies de transformation et du stockage, on pourrait augmenter les disponibilités d'une part importante.

Dans la mesure où les industries envisagent de fabriquer des produits enrichis avec des protéines végétales, le niébé pourrait devenir un excellent secteur de supplémentation.

Bien que la valeur biologique de leurs protéines soit inférieure à celle des protéines animales, il est certain que la quantité compensant en partie la qualité, l'extension de la culture des légumineuses à graines est à recommander tant que le pouvoir d'achat des masses rurales et l'organisation des réseaux de commercialisation ne permettront pas de mettre à la portée du paysan les quantités et qualités de viande et de poisson souhaitables.

1.5. LA POST-RÉCOLTE DU RIZ AU SÉNÉGAL : BILAN DES ACTIVITÉS DU PROGRAMME NATIONAL DE TECHNOLOGIE RIZICOLE APRÈS-RÉCOLTE

DEMBA K. TANDIA
ISRA BP 240 Saint-Louis
Sénégal

Résumé

Confronté à un déficit vivrier croissant, le Sénégal n'assure ses besoins céréaliers que grâce en particulier à l'importation d'environ 340 000 t de riz.

Pour renverser cette tendance le Gouvernement a décidé d'accroître la production rizicole nationale par le développement de la culture irriguée dans les régions présentant des potentialités (la Casamance et la Vallée du Fleuve Sénégal).

Cependant, l'amélioration des technologies de post-production et la réduction des pertes n'avaient pas bénéficié de toute l'attention requise.

Pour pallier ces insuffisances le projet GCP/SEN1032/NET "programme National de Technologie Rizicole après récolte" a été mis, en place avec l'assistance de la FAO.

Dans le cadre de la réalisation de ses objectifs, le projet a mené des enquêtes socio-économiques, et réalisé des tests de matériel post-récolte. Des infrastructures ont également été mises en place, notamment un atelier de prototypes de machines et un laboratoire d'analyse de qualité du riz.

Des contacts ont été pris avec les partenaires nationaux et des voyages d'études entrepris dans les pays voisins pour la mise en oeuvre de programmes de recherche-développement.

I. INTRODUCTION

Actuellement, les besoins céréaliers du Sénégal ne sont couverts par la production nationale qu'à la hauteur de 35 à 50% selon les années ; le reste est assuré par les importations commerciales (40% environ) et les aides alimentaires (5 à 25%).

Dans le cadre de la nouvelle politique agricole visant à assurer l'autosuffisance alimentaire à 80% à l'horizon de l'an 2000, les autorités sénégalaises ont décidé d'accroître leurs efforts pour développer le secteur agricole, la céréaliculture en particulier et notamment la culture irriguée du riz en Casamance et dans la Vallée du Fleuve Sénégal.

Dans cette perspective de gros efforts ont été consentis dans le cadre de l'OMVS pour la réalisation des barrages de Diama et de Manantali, qui permettent l'exploitation de 250 000 ha sur la rive Sénégalaise.

Actuellement, environ 36 000 ha rizicultivables sont réalisés dans la Vallée du Fleuve Sénégal (SAED : 29 000 ha, privés : 7 000 ha) ; en Casamance des efforts d'intensification sont entrepris par la SODAGRI dans le cadre du projet de l'Anambé (16 000 ha dont 1 800 ha réalisés; d'autres actions sont en cours avec la SODEFITEX au Sénégal Oriental.

Des variétés plus productives ont été introduites, et des techniques culturales améliorées, sont vulgarisées.

Cependant les recherches tendent essentiellement à l'obtention d'un rendement paddy/ha élevé, alors que la finalité est bien le rendement en riz usiné.

Les efforts d'agronomes-sélectionneurs, doivent donc être valorisés par la recherche de l'augmentation du rendement à l'usinage et la réduction des pertes après récolte et celles-ci passent par l'amélioration des méthodes de récolte, de séchage, de battage et de transformation.

C'est dans ce cadre que s'inscrit le projet GCP/SEN/032/NET "Programme National de Technologie Rizicole après Récolte" financé par les Pays-Bas et exécuté par la FAO et l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles. Ce projet a pour objet de contribuer à la réalisation des objectifs du Gouvernement visant à l'accroissement de la production rizicole et à l'amélioration des conditions de vie des populations rurales par l'augmentation de l'efficacité des opérations de récolte et post-récolte et la réduction des pertes qui en découlent.

Ce document se propose de contribuer à une meilleure définition de la problématique des technologies post-récolte du riz au Sénégal, de faire un bilan provisoire des acquis du projet et de dégager les perspectives de développement et de coopération sous-régionale.

II. JUSTIFICATION DU PROJET

La région du Fleuve Sénégal située dans le Nord du pays constitue par ses potentialités en riziculture irriguée, le site privilégié du projet qui envisage une extension dans le reste du pays, notamment en Casamance (région de Ziguinchor et Kolda, cf, fig. 1).

Le Delta du fleuve Sénégal est caractérisé par ses grands aménagements et ses superficies par exploitant relativement grandes (1,5 à 3 ha), sans parler des aménagements privés qui peuvent atteindre des dizaines d'hectares.

En l'absence d'autres activités agricoles qui font concurrence aux opérations post-récolte rizicoles, la contrainte de temps ne se posait pas au niveau de la récolte (manuelle) et du battage (manuel ou mécanisé). Mais, la généralisation de la double culture après l'achèvement du barrage de Diama a considérablement modifié la situation : les exigences du calendrier de la double culture, auxquelles s'ajoutent les besoins d'entretien régulier des infrastructures d'irrigation ont entraîné de sérieux goulots d'étranglement en matière de disponibilité de main-d'oeuvre, aggravés par d'intenses mouvements migratoires.

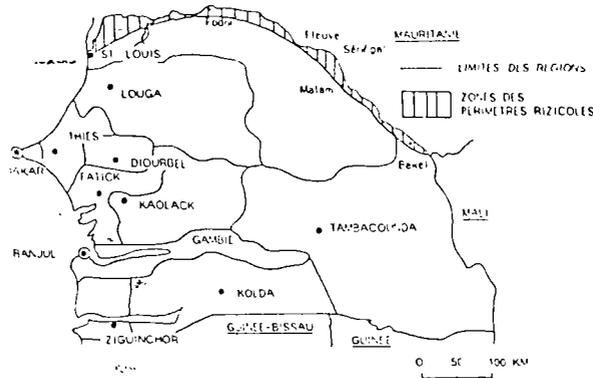


Fig. 1 : Riziculture dans la vallée du fleuve Sénégal

À ce phénomène nouveau s'ajoute encore le manque d'habitude des populations de la vallée aux opérations de battage, pratiquées surtout par des saisonniers venant du bassin archidier (Mbathianes batteurs) et les Haratines de Mauritanie.

En Casamance, les riziculteurs traditionnels récoltent épi par épi et les stockent en gerbes à l'intérieur de la maison.

Le battage se fait au fur et à mesure des besoins. Quand la production est importante, la méthode de récolte suivie requiert énormément de temps et entraîne des pertes substantielles (oiseaux, égrenage). Un autre système pratiqué plutôt en moyenne Casamance consiste en la coupe à la faucille et au battage intégral avant stockage. Ce système nécessite des améliorations surtout en années de bonne production.

En ce qui concerne le décortiquage, la quasi totalité de la récolte est destinée à l'auto-consommation, abstraction faite du delta du Fleuve Sénégal et du Bassin de l'Anambé. La plus grande partie du paddy est décortiquée avec mortier et pilon, mais les décortiqueuses mécaniques jouissent d'une popularité croissante en milieu rural.

L'équipement couramment utilisé est du type Engelbert à rendement faible (de l'ordre de 60 %) entraînant des pertes considérables, d'où l'intérêt des décortiqueuses à rouleaux en caoutchouc qui présentent certains avantages (rendement de l'ordre de 65% et une meilleure qualité du riz), mais nécessite une maintenance plus délicate avec l'usure rapide des rouleaux.

Aussi, l'étuvage du riz pratiqué principalement dans la région de Casamance méritait-il une certaine attention compte tenu des avantages indiscutables : meilleure qualité et rendement en décortiquage, plus grande résistance aux attaques d'insectes, valeur nutritionnelle supérieure.

Dès lors un projet de technologie post-récolte en appui direct aux programmes de production rizicole existants, dont les objectifs répondraient aux préoccupations locales était nécessaire.

III. OBJECTIFS DU PROJET

Les objectifs spécifiques du projet s'inscrivent dans le cadre de la politique céréalière nationale et visent principalement à :

1. accroître l'efficacité des opérations de récolte et réduire les pertes afférentes par la mise à l'essai et la pré vulgarisation en milieu paysan d'équipements et techniques de récolte appropriés

2. mesurer le rendement du matériel de décorticage villageois et identifier des technologies appropriées de nettoyage et de transformation, y compris un système de gestion adéquat pour améliorer les rendements d'usinage ;

3. évaluer la faisabilité de l'étuvage du riz au Sénégal et introduire des méthodes améliorées simples d'étuvage auprès des familles paysannes ;

4. promouvoir la fabrication locale des équipements introduits ;

5. préparer un programme pour l'introduction des équipements et techniques identifiés

IV. RÉSULTATS OBTENUS PAR LE PROJET

Identifié en 1984, le projet (première phase de 18 Mois) a effectivement démarré en Décembre 1988 avec l'arrivée de l'équipe du projet composé d'un machiniste, un socio-économiste et un expert associé. Après une année d'existence, le projet a eu à mener une série d'actions dans le cadre des objectifs qui lui sont assignés.

1. Etudes socio-économiques

Elles ont porté sur une analyse du contexte macro-économique de la filière riz telle que brièvement rappelée plus haut et une analyse des systèmes post-récolte dans la région du Fleuve. Un recensement exhaustif des matériels (dans le sens de machines) de récolte et de battage dans les délégations de Dagana et de Podor (fig. 2) a montré que le parc en service fin 1988 comprend 9 moissonneuses batteuses et 60 batteuses qui ont permis le moissonnage-battage de 7 à 11 % des superficies en riz du Delta et le battage simple mécanisé de 7,5 à 12% des superficies.

Les batteuses utilisées actuellement sont presque du même type, c'est-à-dire composées d'un batteur à doigt, d'une table d'alimentation, d'un ventilateur, de secoueurs et de grilles, et enfin montées sur pneumatiques et entraînées par un moteur diesel. L'importance du parc de ces machines n'est pas issue d'un choix délibéré des producteurs, car 76 % des machines achetées neuves ont comme origine un projet de développement. Par conséquent les producteurs qui en ont peu supporté les coûts d'investissement, prennent rarement en compte l'amortissement et font souvent confusion entre chiffre d'affaire et bénéfice. Les structures d'entretien font également défaut ; on enregistre en moyenne 65 % des machines en panne.

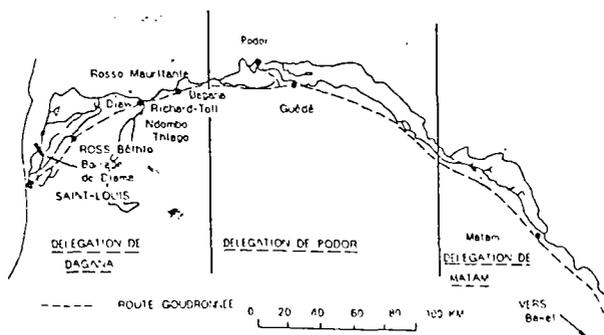


Fig. 2 : Détail des délégations

Par ailleurs, en complément aux travaux menés par le BAME sur les décortiqueuses villageoises, une enquête a été menée dans le département de Podor. Celle-ci a permis de dénombrier 35 décortiqueuses de type Engelberg dont 22 en état de marche. Les dons représentent 50 % de ce parc.

Dans les conditions actuelles d'exploitation (sous utilisation des machines essentiellement dû à une baisse du prix du riz blanc de 160 à 130 F/kg en Mai 1988, et manque de formation du personnel en gestion d'entreprise), la rentabilité économique de ces décortiqueuses n'est pas assurée. Ces machines répondent surtout au besoin d'allègement des travaux de la femme qui peut se consacrer ainsi à d'autres activités productives (maraîchage, petit élevage).

Une enquête sur la clientèle des décortiqueuses est actuellement en cours.

2. Battage et vannage

Le projet a entrepris des essais sur les petites batteuses (Votex, prototype SISMAR, batteuse à pédale motorisée) en vue d'évaluer la performance technique et l'acceptabilité socio-économique.

Pour la batteuse Votex dont le prix d'acquisition est d'environ 1 000 000 CFA, une approche des coûts d'utilisation a permis de montrer qu'avec un rendement horaire de 300 kg (1), elle peut traiter 30 à 37 ha/an et qu'elle serait rentabilisée en 3 ans en assurant le battage de 14 à 18 ha/an.

Avec le battage mécanique le tarif pratiqué par les agriculteurs de la région est de 10 % du tonnage battu, auquel il faut ajouter la nourriture des "batteurs" quand il s'agit du battage manuel; la mécanisation permet de réaliser ainsi une économie d'environ 18 000 F/ha.

Les premières réactions des utilisateurs indiquent leur satisfaction pour le prix d'achat et la robustesse de la machine ainsi que pour les facilités de déplacement (4 à 5 personnes) et de transport (par charette). Leur préférence va également aux moteurs diesel malgré leur prix d'achat plus élevé et les problèmes de qualification du personnel pour les réparations.

Les paysans ont cependant des appréhensions sur la qualité du vannage dont l'amélioration est réclamée par certains (femmes surtout) tandis que d'autres estiment que cette opération peut être réalisée par les femmes assurant ainsi une redistribution au sein de la cellule familiale. Même sans ce travail, les dons en nature aux membres et proches de la famille sont de règle, suivant une tradition bien établie avant l'introduction des cultures irriguées.

Par ailleurs des contacts sont actuellement pris pour l'assemblage au Sénégal de la batteuse Votex et la SISMAR a fabriqué un prototype dont les performances techniques sont comparables à celles de la machine importée.

3. Estimation des pertes après-récolte

Sur la base des estimations faites sur le terrain, les pertes au champ qui se situent entre 50 et 60 kg/ha, sont négligeables ; par contre elles sont importantes au niveau du stockage en vrac au niveau des grandes rizeries de la SAED.

(1) des rendements de 450 à 500 kg/h nous ont été signalés au Mali, ce qui confirme davantage la rentabilité de la machine.

4. Contrôle de qualité – étuvage-laboratoire de technologie

Du matériel de laboratoire notamment une mini-rizerie, un séchoir et d'autres matériels (dans le sens de machines) de précision ont été mis en place : balance, étuve (grader), whiteness meter et hardness tester.

Ces équipements ont permis d'effectuer un contrôle de qualité du paddy (taux d'humidité, analyse densimétrique, pureté variétale, clivage).

Ces contrôles ont notamment montré que l'une des deux principales variétés de la Vallée (IKP) ne contient pas moins de 20 % de riz rouge qui risque d'infester également la variété Jaya. Ainsi le riz blanc est parsemé de grains striés et colorés mal appréciés par la population.

Le projet a également acquis un matériel simple d'étuvage qui a permis de faire des essais et des tests de dégustation.

Malgré un accueil favorable, la vulgarisation de cette technique se heurte à des problèmes d'approvisionnement en bois de chauffe dans la région du Fleuve.

En Casamance, il est possible d'améliorer les techniques traditionnelles en réduisant le temps de trempage et par conséquent la fermentation.

5. Atelier

Un atelier a été monté pour répondre à des problèmes d'adaptation des machines post-récolte aux exigences Sénégalaises. Ainsi la "Votex" importée munie d'un dispositif de vannage a été modifiée et des essais menés pendant la contre saison 1989 alors que d'autres sont programmés pour la récolte hivernage 1989. D'autres modifications ont porté sur la récupération du paddy par un moyen de déversement direct sur bâche.

6. Relations avec les autres institutions de recherches et de développement

Les contacts établis avec la SAED ont permis de réaliser les études socio-économiques et les recensements du matériel de battage et de décortilage.

Avec l'ITA et l'ISN la collaboration a permis un échange d'expériences sur l'étuvage, la fabrication des pâtes alimentaires, le contrôle de qualité et l'étude sur les normes du riz importé et local.

Des étudiants de l'INDR travaillent sur des mémoires de fin d'études sur le battage et les décortiqueuses villageoises.

Enfin des voyages d'études ont été organisés en Sierra Léone, au Mali, en Gambie et en Thaïlande.

7. Perspectives

Au niveau national, le projet doit étendre rapidement ses activités au reste du pays, notamment en Casamance compte tenu de ses potentialités et des projets de riziculture irriguée en cours d'exécution.

Dans cette perspective, une récente mission organisée dans cette région, par l'équipe du projet, a pu constater un besoin pressant de mécanisation du battage en particulier.

Au niveau sous-régional, l'expérience acquise par le projet peut être mise à profit par le programme de coopération technique entre pays en voie de développement (CTPD) sur les technologies du riz qui regroupe quatre pays : le Sénégal, la Gambie, la Guinée Bissau et la Guinée et quatre institutions : le CRAT (Coordonnateur), l'ADRAO, IITA et la FAO.

Les voyages d'études effectués dans les pays voisins montrent tout l'intérêt d'un échange d'expériences dans ce domaine et la nécessité de développer des programmes de recherche-développement avec des institutions spécialisées.

V. CONCLUSION

En Afrique en général, au Sénégal en particulier, les technologies post-récolte du riz n'ont jusqu'à présent pas bénéficié de toute l'attention requise.

L'expérience initiée avec le projet "Programme National de Technologie Rizicole après Récolte" montre tout l'intérêt de l'introduction et de la vulgarisation de technologies appropriées aptes à lever les goulots d'étranglement au niveau des opérations culturales et à alléger les travaux post-récolte.

Aussi l'amélioration des technologies après récolte constitue-t-elle l'un des moyens de réduire les pertes et d'augmenter de façon tangible les disponibilités alimentaires contribuant ainsi à l'objectif ultime d'auto-suffisance alimentaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

TANDIA, D. – Havard M. 1989a. Les machines de récolte et de battage du paddy dans la Vallée du Fleuve Sénégal, FAO/ISRA.

TANDIA, D. – 1989b. Contexte socio-économique des technologies rizicoles après récolte dans la Vallée du Sénégal - FAO/ISRA.

TANDIA, D. 1989c. – Les décortiqueuses villageoises dans le département de Podor- FAO/ISRA.

TOTTE, A., – 1989 . Les problèmes de qualités du paddy dans la Vallée du Fleuve Sénégal - FAO/ISRA.

FAO, - 1989. – Rapport de mission tripartite d'évaluation du projet GCP/SEN/032/NET - ROME - Novembre 1989.

ABRÉVIATIONS

ADRAO	Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest
AUPELF	Association des Universités Partiellement ou Entièrement de langue Française.
BAME	Bureau d'Analyse Macro-Economique
CRAT	Centre Régional Africain de Technologie
FAO	Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
IITA	International Institute of Tropical Agriculture
INDR	Institut National de Développement Rural
ISN	Institut Sénégalais de Normalisation
ITA	Institut de Technologie Alimentaire
SODAGRI	Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal
SODEFITEX	Société de Développement des Fibres et Textiles
SAED	Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et de la Falémé.
UREF	Universités des Réseaux d'Expression Française

1.6. SITUATION DE LA POST-RÉCOLTE EN AFRIQUE OCCIDENTALE FORESTIÈRE

KODJO K. ALUKA

Ingénieur Agronome - Technologie alimentaire,
chargé de programme CATHWELL, B.P. 173 Lomé, Togo

Résumé

Les cultures vivrières de la sous-région sont nombreuses car favorisées par de bonnes conditions climatiques.

Ces mêmes conditions de températures élevées doublées d'une forte hygrométrie sont également des éléments favorables au développement et à la prolifération des déprédateurs animaux et aux champignons qui causent des dégâts importants dans les magasins et constituent un frein à la transformation.

Les travaux de recherche entrepris sont encore insuffisants : s'ils étaient harmonisés ils devaient être la base fondamentale de la résolution de certains problèmes.

I. INTRODUCTION

Les problèmes post-récolte deviennent tout aussi préoccupants que ceux de production agricole pour réduire le déficit alimentaire accusé par la plupart des pays du tiers monde et en particulier les pays africains.

La récolte de grains céréaliers, de légumineuses, de racines et tubercules, bases alimentaires de nombreuses populations dans la sous-région Afrique Occidentale Forestière est sujette à des déperditions depuis les champs par les oiseaux, les rongeurs, les insectes et maladies microbiennes.

Cette menace des productions agricoles se poursuit jusque dans les lieux d'entreposage où certains stocks se trouvent être réduits en poudre ou farine mélangée à des excréments et à des cadavres d'insectes. Les dégâts causés contribuent à minimiser dangereusement les possibilités d'alimentation de l'homme.

Pour lutter contre ces pertes, des efforts sont consentis un peu partout dans le monde en agissant sur les divers composants en interaction dans les systèmes post-récolte : récolte-transport, séchage-battage, stockage/conservation/entreposage-transformation-transport et distribution/commercialisation.

Nous nous proposons de présenter la situation de la post-récolte dans la zone forestière de l'Afrique Occidentale. Cette zone est caractérisée par des conditions climatiques qui favorisent une production diversifiée :

- céréales : maïs, sorgho, riz,
 - légumineuses : arachide, haricots,
 - tubercules et racines manioc, igname, taro, patate douce,
 - fruits : plantain et une gamme variée de fruits
- Ces conditions climatiques, faites essentiellement de températures élevées 22 - 35°C et de fortes hygrométries (60 à 90%), vont influencer de façon déterminante les systèmes post-récolte.

L'exposé présent, sans couvrir toutes les spécificités de l'ensemble des pays de la zone se contentera de présenter la physionomie globale dans ces pays, avec des exemples tirés surtout de l'expérience togolaise. Il sera donc question de l'état des pertes et des principales causes d'altération, des actions entreprises pour prévenir ou maîtriser les pertes, des problèmes et des contraintes qui persistent encore, des perspectives stratégiques futures.

II. ÉTAT DE SITUATION

La situation est caractérisée de façon générale par des efforts considérables accomplis dans la réduction des pertes après récolte, ou mieux dans la prévention des pertes après-récolte.

Tout d'abord il faut signaler et saluer l'accroissement de la prise de conscience par les autorités gouvernementales des pays concernés, de l'importance des questions post-récolte dans leur volonté affirmée d'auto-suffisance alimentaire.

Un peu partout, au Togo, au Bénin, au Ghana, en Guinée, des projets PFL (prévention of food losses) sont initiés avec le concours de la FAO. Ces projets dans certains cas ont pour vocation d'oeuvrer à la formation d'un Conseil Technique National de prévention des pertes après récolte composé de représentants des principaux organismes et instances intéressés.

Il faut noter ensuite avec satisfaction la multiplication des structures et des activités de recherches orientées vers la maîtrise des systèmes post-récolte.

De nombreux travaux sont par conséquent entrepris pour améliorer les systèmes de post-récolte concernant les denrées durables (grains céréaliers et graines de légumineuses), les denrées semi périssables (racines-tubercules) et les denrées périssables (fruits et légumes).

II.1. Situation au niveau des céréales et légumineuses

C'est à celle relative à la maîtrise des systèmes post-récolte pour les céréales et les légumineuses que les plus grands efforts sont consentis dans la sous-région.

II.1.1. En matière de stockage et de conservation

La préoccupation la plus importante concerne l'infestation générale des stocks de maïs dans les pays comme le Ghana, le Bénin et le Togo, par le grand capucin du maïs *Prostephanus truncatus* HORN qui occasionne des pertes pouvant atteindre 30 à 40% au bout de six mois de stockage dans les greniers traditionnels.

Ce Coléoptère a été introduit dans les années de famine par les stocks d'aide alimentaire. A lui seul, il cause plus de dégâts que les insectes habituels (*Tribolium*, *Carpophilus*, *Sitophilus*, *Rhizopertha* etc) et attaque le maïs même en spathes et les cossettes de manioc. Les insecticides jusqu'à présent employés pour traiter les stocks ne permettent pas de les contrôler efficacement. Les services de la protection des végétaux dans de nombreux pays sont en train de tester des formulations diverses contre cet ennemi des stocks.

Le service de la protection des végétaux du Togo, avec le concours de la GTZ, indique que des solutions binaires (à matière active double) tel le mélange fenvalerate (7,5 ppm) + fenitrothion (37,5 ppm) ainsi que deltaméthrine (2 ppm) sont utilisés pour contrôler de façon satisfaisante le grand Capucin du maïs et assurer une protection des stocks pendant plus de 10 mois.

En général le contrôle des insectes dans les stocks se fait par l'application de pesticides chimiques. Mais en raison du coût élevé des produits pour les paysans et la menace que constitue leur emploi pour l'environnement (résidus de pesticide), des essais de protection naturelle par des plantes locales diverses sont en cours au Togo, au Bénin, au Nigéria et au Ghana.

Ils sont caractérisés par l'emploi d'huile de graine de neem (*Azadiracta indica*) sur les stocks de niébé essentiellement. Les résultats semblent assez timides. Les produits issus de la conservation semblent très peu appréciés par les consommateurs ruraux.

II.1.2. En ce qui concerne les structures de stockage

L'attention se focalise d'avantage sur les greniers traditionnels. On ne veut rien inventer d'autre. On se contente d'améliorer ce que des années de sagesse pratique ont commandé aux populations d'adopter.

De nombreux essais de stockage ont permis de conclure que les greniers traditionnels de conservation du maïs répartis dans toute la zone sont satisfaisants, appropriés aux conditions socio-culturelles, mais aussi occasionnent des pertes moins élevées et constituent en même temps des plates-formes de séchage. PANTHENINS (1988) rapporte pour ce qui concerne le Togo, des pertes ne dépassant pas 10% au bout de six (6) mois de stockage en grenier traditionnel. Ce même auteur indique que les pertes sur les variétés traditionnelles sont moindres comparées à celles des maïs hybrides. Il y a là matière à réflexion pour l'orientation de nos travaux de recherche agronomique et post-récolte.

Les structures de stockage à grosses dimensions mises en place par les pays pour la constitution des stocks de sécurité au niveau central existent un peu partout. On y relève des pertes plus élevées, plus de 15% pour des stockages de six mois.

En milieu paysan le maïs est conservé en spathes et le sorgho en épis dans les greniers traditionnels ou l'adoption de nouvelles méthodes de conservation de maïs tel que le stockage du maïs-grain ensaché avec traitement insecticide par les paysans se développe très timidement pour les raisons suivantes :

- les greniers traditionnels représentent un élément de prestige pour leur propriétaire,
- le despathage, l'égrenage et le traitement insecticide constituent une besogne supplémentaire,
- le paysan n'a pas souvent l'argent pour acheter les sacs de jute,
- le paysan manque de magasins appropriés pour le stockage du maïs-grain, ce qui entraîne des dégâts parfois importants.

Etant donné les avantages techniques de la conservation du maïs-grain, il est souhaitable que, tout en améliorant le stockage traditionnel au niveau du paysan pris individuellement, les systèmes de stockage à une échelle intermédiaire se développent. Les structures à dimensions entre le petit grenier et les grands silos centraux seront conçus pour être gérées au niveau communautaire.

II.1.3. Dans le domaine de la transformation

La première transformation est dominée par la dotation des villages en moulins de petites capacités. Ces moulins travaillent en façonnier de lots individuels. Quelque soit le mode de gestion (moulins villageois ou moulins privés), ces moulins ne permettent pas l'obtention de farines et semoules suffisamment pures pour autoriser la mise au point de produits de deuxième transformation susceptibles de concurrencer les produits importés comme le pain, les pâtes alimentaires, le couscous, faits à partir du blé.

Au Bénin il y a eu une tentative d'implantation d'une maïzerie industrielle au début des années 80. Cette tentative s'est soldée par un échec. L'approvisionnement en maïs était irrégulier et les produits fabriqués n'étaient pas tournés vers la consommation locale.

Ici encore, l'introduction de moulins communautaires de capacités intermédiaires gérés par les communautés doit être envisagée sérieusement. Cela permettra de mobiliser la valeur ajoutée de la transformation au niveau des producteurs, de produire des farines susceptibles d'être consommées sur place, enfin d'obtenir des produits de première transformation suffisamment purs pour la valorisation en seconde transformation.

A ce propos il faut signaler au Togo et au Bénin l'existence d'unités pilotes de formulation de farines de sevrage employant les céréales et les légumineuses locales. Au Ghana et au Nigéria, des unités similaires produisent la farine de maïs destinée à l'usage domestique.

Pour ce qui concerne la deuxième transformation, très peu est fait malgré la diversité des plats traditionnels obtenus à partir des céréales et légumineuses.

On notera cependant la mise au point au Ghana par le FOOD RESEARCH INSTITUTE de recettes d'utilisation ménagère de niébé.

II.2. Situation au niveau des racines et tubercules

On peut mentionner de nombreux acquis en matière d'amélioration de la manutention, de l'entreposage et du traitement après récolte des racines et tubercules.

A l'IITA au Nigéria, au Ghana avec la collaboration du GTZ, au Centre Ivoirien du Machinisme Agricole des travaux ont été réalisés pour améliorer la récolte des tubercules.

- Sélection des tubercules ovales
- Mise au point de récolteuse de manioc et d'igname
- La manutention a été étudiée en Côte d'Ivoire avec le concours d'un projet FAO/PNUD et au Nigéria par CADBURY pour le conditionnement de l'igname dans des cartons, des caisses en bois et des boîtes en plastique.
- L'aspect stockage d'igname faisant l'objet de nombreuses recherches depuis longtemps notamment en Côte d'Ivoire et au Togo a été poursuivi avec des résultats satisfaisants dans des greniers avec ventilation forcée.
- La conservation du manioc frais est développée au Ghana : L'université de Legon à Accra préconise la conservation du manioc frais dans le réfrigérateur pour des familles qui ont les moyens dans les milieux urbains. Le manioc est épluché, débité en tranches et mis dans un sac en polyéthylène avant d'être conservé au froid pendant 2 à 4 semaines. La conservation doit être faite immédiatement après la récolte. La cuisson se fait mieux à la vapeur ou en faisant bouillir l'eau avant d'y mettre les tranches de manioc.
- Le manioc frais a été également conservé dans la sciure ou des copeaux de bois mouillés pendant 2 à 8 semaines. Les tubercules blessés passent par le "curing" avant la conservation.

- La conservation de l'igname avec prétraitement des tubercules au "curing" a été expérimentée avec succès au Togo. L'institut des plantes à tubercules préconise l'entreposage des tubercules d'ignames sur étagères après "curing". La technique consiste à maintenir au soleil pendant trois à quatre jours les tubercules fraîchement récoltés, placés sous bâche en toile de façon à créer des conditions de température élevée (35-40°C) et de forte hygrométrie (80 à 95%). Les tubercules perdent un peu de leur eau sous l'effet de traitement, mais la cicatrisation des blessures occasionnées éventuellement lors de la récolte ou du transport grâce au traitement limite considérablement les pertes d'eau ultérieures. L'institut des plantes à tubercules fait état de réductions de pertes de plus de 15 à 20% de matière sèche au cours de l'entreposage 8 à 10 mois à l'aide de la méthode. En raison du coût et du manque de disponibilité des toiles au niveau paysan, l'Institut (INPT) recommande l'utilisation de 4 à 5 sacs de jute superposés pour obtenir des résultats semblables.

D'autre part, l'Institut des Savanes de Bouaké en Côte d'Ivoire a réalisé des travaux intéressants sur la conservation de l'igname.

Dans le domaine de la transformation du manioc en gari, des résultats intéressants ont été obtenus au Nigéria, au Togo et au Ghana. Des améliorations sont apportées par le râpage mécanique et un essorage par presse à vis de sevrage dans des sacs tissés, utilisés également pour la fermentation. La mécanisation de la cuisson-séchage (gratification) par l'utilisation des appareils à râclage rotatif ou alternatif de moyenne capacité n'est pas encore au point. L'insuffisance des connaissances du comportement bio-physico-chimique du produit au cours de la cuisson semble être l'un des obstacles majeurs à surmonter.

Les travaux de recherche concertée, menés par les Instituts d'Ibadan, d'Ifé et l'Institut Nigérian de recherche-Industrie d'Oshodi ont abouti à l'installation de l'unité Texagri de production de gari au Nigéria. Cette unité sophistiquée et de capacité disproportionnée par rapport aux possibilités d'approvisionnement du contexte Nigérian voire africain a été contrainte à une vie ralentie. Les difficultés de cette installation ont décidé la recherche à se replier vers l'amélioration des techniques traditionnelles.

En Côte d'Ivoire l'usine de Toumodi de la SODEPALM produit de l'attiéké déshydraté: capacité 650 à 1000 kg/heure de racines. Cette réalisation est l'aboutissement des travaux de la société Ivoirienne de Technologie Tropicale (I2T). Ces travaux ont permis de déterminer les standards de qualité des produits et de sous-produits et surtout les standards de la transformation industrielle.

Par ailleurs la transformation de l'igname en poudre ou en flocons à l'échelle commerciales a vu le jour en Côte d'Ivoire et au Nigéria. La société CADBURY Limited a mis en place une installation qui transforme 60 à 70 tonnes d'ignames par semaine. Le produit obtenu après transformation "Poundo Yam" se prépare en foutou au bout de 5 minutes. La non disponibilité de l'igname fraîche tout au long de l'année contraint l'usine à tourner à temps partiel.

L'expérience ivoirienne de "Bon Foutou" menée par la Société NOVALIM semble porteur de réussite. Elle est l'aboutissement des travaux de longue date menés par le CIRT en Côte d'Ivoire qui avait mis au point la formule "Foutou Prêt".

En matière de commercialisation, l'expérience de la Côte d'Ivoire avec l'OCPV (Office de commercialisation des produits vivriers) dont le rôle est d'informer les commerçants sur l'offre et la demande des produits vivriers dans les marchés de production et de commercialisation semble être un bel exemple.

III. CONTRAINTES ET PROBLÈMES PERSISTANTS

Des problèmes restent à résoudre et des contraintes à surmonter dans l'amélioration des systèmes post-récolte. En voici quelques uns :

- Très grande disparité dans l'expression et les méthodes d'évaluation des pertes.
- Contrainte linguistique (Anglophone/Francophone) entravant la facilité de communication entre chercheurs de la sous région (échanges d'idées, collaboration, etc.).
- Manque d'études systématiques sur les systèmes post-récolte.
- Insuffisance de chercheurs formés`
- Manque de formation des paysans et commerçants
- Absence de manuel de formation et de vulgarisation des méthodes de prévention contre les pertes post-récolte et de lutter contre les nuisibles.
- Faible association ou participation du paysan à la définition de la problématique et à la mise en oeuvre des stratégies de recherche sur les systèmes post-récolte.
- Faible prise en compte des aspects socio-culturels dans l'amélioration des systèmes post-récolte.
- La femme, principale actrice dans le secteur post-récolte bénéficie très peu de la formation en la matière.
- Les incidences économiques des technologies post-récolte sont peu étudiées.
- Les questions de commercialisation au niveau des paysans sont peu maîtrisées.
- La transformation est encore trop orientée vers des solutions industrielles qui sont loin des goûts des consommateurs paysans ruraux.

IV. QUELLES PERSPECTIVES ET QUELLES CONCLUSIONS

En Afrique occidentale forestière la problématique de la post-récolte est caractéristique des conditions climatiques de la zone. La forte chaleur doublée d'une hygrométrie élevée, prévalant dans la zone, favorise le développement rapide des prédateurs biotiques des stocks. L'invasion de certains pays de la zone par le grand Capucin du maïs *Prostephanus truncatus* constitue la grande menace pour les stocks céréaliers.

De façon générale le niveau des pertes semble assez faible dans les structures de stockage traditionnelles (moins de 10%). Les pertes observées au niveau des stocks centraux, constitués par les états sont par contre élevées (plus de 20%). L'état des pertes malheureusement est mal évalué. Concernant l'amélioration des systèmes post-récolte, on note une prise de conscience accrue à tous les niveaux (autorités, chercheurs, paysans etc) de la nécessité de lutter ou mieux de prévenir les pertes après récolte.

De nombreux travaux de recherche sont en cours dans presque tous les pays de la zone. Des résultats satisfaisants sont atteints. Des problèmes persistent nécessitant la définition de stratégies futures d'action. Ces stratégies doivent viser à :

- mieux connaître les prédateurs biotiques des stocks en vue de les combattre plus efficacement,
- poursuivre l'amélioration du stockage traditionnel,

- prendre en compte tous les composants du système post-récolte, car on se limite actuellement trop souvent aux seuls aspects de conservation et de stockage.
- harmoniser les méthodes d'évaluation des pertes,
- intensifier la formation des chercheurs et des paysans, des commerçants, des douaniers, des agents du conditionnement, de la femme etc..
- installer en milieu rural des unités de transformation à dimensions intermédiaires gérées par des organisations villageoises ou des groupements d'intérêt économique.

Ces stratégies menées dans un esprit de collaboration entre les pays et de façon intégrée conduiront à terme à une amélioration sensible et substantielle des systèmes post-récolte dans notre zone forestière de l'Afrique occidentale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGBEYINOU K. 1988 - Rapport de mission de consultation technique sur l'amélioration de la manutention, de l'entreposage et du traitement après récolte des racines et tubercules en Afrique de l'Ouest organisée par la FAO à Rome 5-9 Décembre 1988.
- PANTENIUS C. U. 1988 - Etat des pertes dans les systèmes de stockage du maïs au niveau des petits paysans de la région maritime du Togo. Thèse de Doctorat Université de Kiel, Krall, S. (1984). A new threat to level maize storage in West Africa: *P. truncatus* (Horn), (*Col. Bostrychide*) Trop. stored. Prod. inf., 50, 26-31.
- VON BERG et BILIWA . 1988 - Lutte contre le grand Capucin du maïs, *Prostephanus truncatus* Horn, (*Coleoptera Bostrychidae*) dans les greniers traditionnels au Sud du Togo, Bulletin du service de la Protection des Végétaux n°11/89.

1.7. LA SITUATION DE LA POST-RÉCOLTE AU BÉNIN ACQUIS : DU SERVICE NATIONAL DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX

Petra MUTLU

Chef Mission du Projet Bénino-Allemand de la Protection des Végétaux
B.P. 1073 Porto-Novo, République Populaire du Bénin.

Philippe HOUNTONDI

Chef Division Encadrement du Service de la Protection des Végétaux
de la Direction de l'Agriculture
B.P. 58 Porto-Novo

Résumé

*Le service de la Protection des Végétaux considère prioritaire, dans la gamme de ses activités, le programme post-récolte. Les cultures cibles sont le maïs, le manioc, l'igname, le niébé et le sorgho. Les différences climatiques entre le Nord et le Sud sont la cause principale des différences de structures de stockage et de pression parasitaire, qui se présentent de la manière suivante : au Sud dominent les greniers à claire-voie ago, zinbo, ava et ebliva. Au Nord ce sont les greniers en terre et les greniers en secco. Les ravageurs principaux sont sur le maïs: *Sitophilus zeamais*, *Tribolium spp.*, *Prostephanus truncatus* et les rongeurs ; sur les cossettes de manioc et d'igname: *Dinoderus spp.*; sur le niébé: *Callosobruchus spp.*; sur le sorgho : *Rhizopertha dominica*, *Sitotroga cerealella*. En 1986, le Grand Capucin du maïs, *P. truncatus*, a été introduit dans le Sud-Ouest du pays et a aggravé les pertes post-récolte : sans sa présence on enregistre 5-10% de pertes au Sud, 2-5% au Nord; avec sa présence 17%. Selon les résultats des recherches qu'il a effectuées, le service de la protection des végétaux recommande les points suivants : maïs : récolte précoce, déspathage et stockage dans un grenier amélioré; traitement avec Pirimiphos-menthyl pp 2% à 1 ppm.*

*Dans le cas d'une attaque de *P. truncatus* : traitement avec Pyrimiphos-menthyl + Deltamethrine (7,5 + 0,33 ppm). Niébé : Traitement avec l'huile de Neem (4 ml/kg). Cossettes de manioc : les tests sont encore en cours.*

I. LE SERVICE DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX ET SA CONTRIBUTION DANS LA PROTECTION DES DENRÉES STOCKÉES

Le service a été créé en 1981 et placé sous tutelle de la Direction de l'Agriculture. Il bénéficie depuis 1984 d'une assistance de renforcement de la part de la GTZ (Office de la Coopération Technique Allemande). Pour accomplir sa mission, le service compte sur ses 4 divisions au niveau national. Depuis janvier 1986, il dispose d'antennes dans les six provinces du pays. Ces antennes sont actuellement des divisions dans les Centres d'Action Régionale pour le Développement Rural (CARDER) : tableau 1.

Entre autres attributions, la protection des denrées stockées incombe au Service de la Protection des Végétaux et représente une priorité. Dans ce domaine, les activités principales sont les suivantes :

- recensement de la situation post-récolte concernant le type de stockage, les ravageurs principaux et les méthodes de lutte traditionnellement utilisées par les paysans.
- identification des problèmes majeurs liés au stockage.
- élaboration de méthodes améliorées de stockage (hygiène, grenier amélioré, etc...) et de méthodes de lutte contre les ravageurs.
- sensibilisation des paysans sur l'introduction du Grand Capucin du Maïs (*Prostephanus truncatus*) au Bénin.
- Vulgarisation des méthodes améliorées de la protection post-récolte par des fiches techniques, la formation et la démonstration.

II. LES CULTURES CIBLES DU PROGRAMME POST-RÉCOLTE AU BÉNIN

1 - Maïs (*Zea mays*)

Aliment de base dans le Sud et une partie du Centre du pays, le maïs connaît deux récoltes par an ; une en juillet-août et la deuxième en décembre-janvier. La production nationale annuelle est environ de 450 000 tonnes. Les périodes de stockage s'étendent d'août à mars et de janvier à avril.

Toutefois, la durée du stockage dépend du volume de la récolte et de la situation économique du producteur.

2 - Niébé (*Vigna unguiculata*)

Principale légumineuse très cultivée dans tout le pays pour ses graines et pour ses feuilles, il constitue un élément essentiel, par ses apports protéiques, dans l'alimentation de base. La production nationale est d'environ 35 000 tonnes.

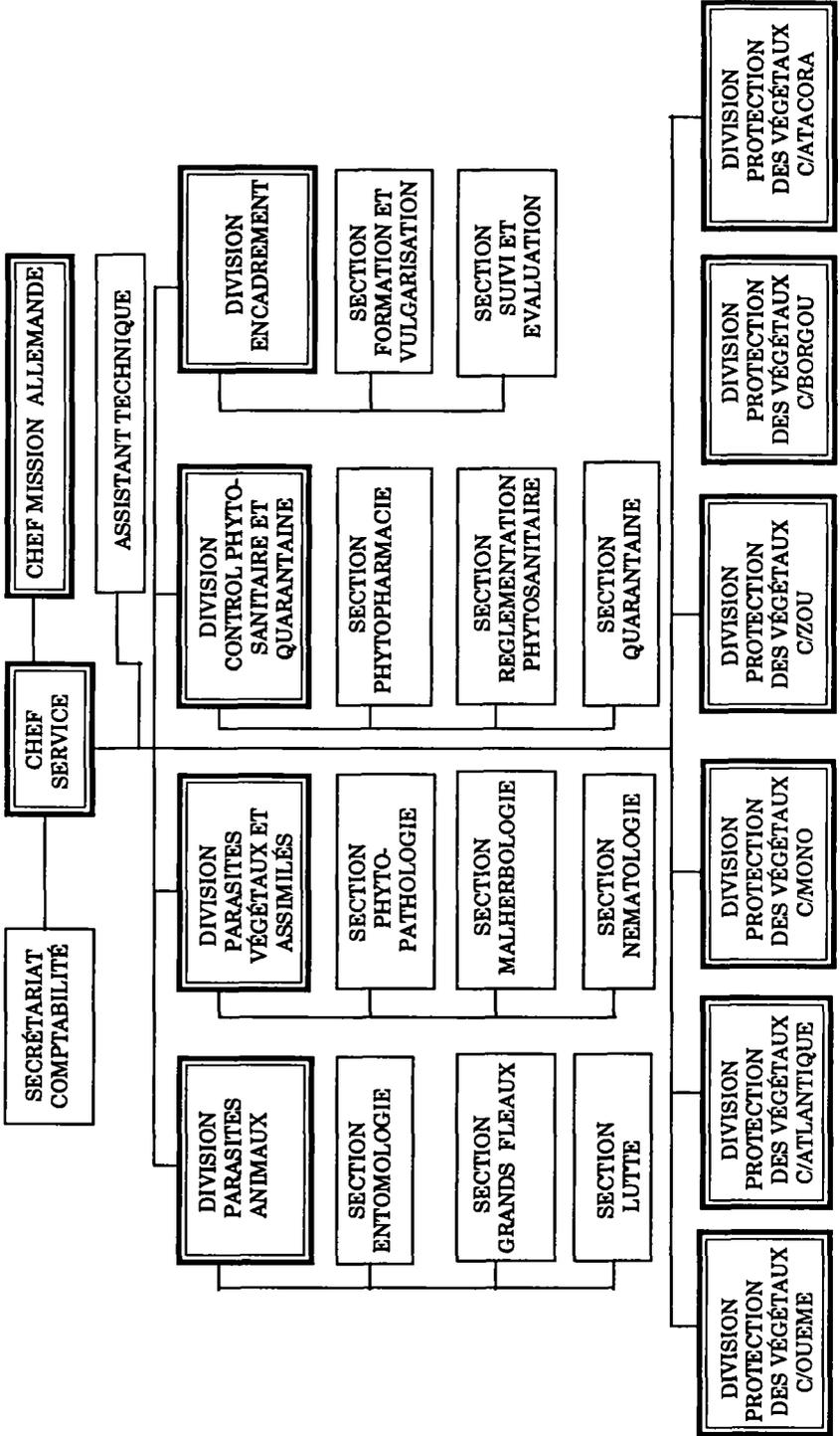
3 - Manioc (*Manihot esculenta*)

Culture annuelle, le manioc est récolté suivant les besoins à partir du mois dans tout le pays. La production nationale est d'environ 700 000 tonnes.

Outre sa transformation en gari et en tapioca, le manioc est conservé sous forme de cossettes. La durée de stockage dépend des moyens de production et de la situation sociale du producteur.

Tableau 1.

ORGANIGRAMME DU SERVICE NATIONAL DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX



4 - Igname (*Dioscorea spp*)

Principalement cultivée dans le centre et le Nord du Pays, l'igname est récoltée à partir de septembre. La production nationale est d'environ 800 000 tonnes. Elle est stockée sous forme de tubercules pendant une courte durée. Sa conservation se fait sous forme de cossettes et peut couvrir toute l'année.

5 - Sorgho (*Sorghum vulgare*)

Principale culture vivrière de la zone septentrionale du pays, il constitue l'aliment de base de la population de cette région. La récolte s'effectue en décembre-janvier. La production nationale est environ de 95 000 tonnes. La durée de stockage s'étale habituellement sur toute l'année.

III. LES STRUCTURES DE STOCKAGE AU BENIN

On note une diversité de ces structures d'une région à l'autre en République Populaire du Bénin. Elles reflètent pour la plupart les exigences du milieu.

1 - Les structures utilisées au Sud

Au Sud, on observe une prépondérance de greniers aérés de type ago, zinho, ava suivant les groupes ethniques. Ils se présentent sous forme de corbeilles suspendues à environ 80 cm du sol et maintenues par des piquets en bois de 2 à 3 m de haut qui constituent l'armature squelettique du grenier. La corbeille est construite avec des feuilles de palmier ou tressée avec des cordages ou avec des lattes de bambou suivant les régions (Ouémé, Atlantique, Mono, Zou). Un toit en herbe (*Imperata cylindrica*) protège le grenier contre les intempéries.

Le second type appelé Ebliva est l'apanage du Togo, mais se retrouve dans la région Sud-Ouest du Bénin. Il est constitué d'une plate-forme fixée sur des poteaux et sur laquelle les épis de maïs sont empilés avec soin. Les couches d'épis superposées sont maintenues rigides par des lianes. Un toit en herbe protège l'ensemble. Ces deux types de greniers sont à claire-voie. Ils favorisent la dessiccation, mais offrent aux ravageurs de post-récolte une plus grande facilité de circulation.

2 - Les structures utilisées au Nord

Au Nord, la structure de stockage est composée essentiellement de deux types de greniers:

Greniers en terre

Ces greniers ont la forme de jarre ou de cylindre. Ils sont faits en terre pétrie ou consolidés par une armature de lianes noyées dans de l'argile. La base est isolée du sol par un monticule de pierres ou par des pieux de bois ou encore par une ceinture de bouteilles vides plantées en terre par le goulot. La partie supérieure est recouverte d'un toit en paille tressée.

Greniers en secco

C'est une sorte de corbeille supportée par une plate-forme et renforcée par des pieux disposés de manière circulaire reliés par un anneau de bois flexible. Un toit est ajouté à l'approche des pluies.

3 - Autres structures de stockage

En dehors de ces principales structures de stockage, on rencontre :

- la plate-forme qui est un moyen de séchage et de stockage
- les jarres, les bombonnes, les gourdes, les paniers et les fûts métalliques qui sont de petits moyens de stockage très répandus dans tout le pays,
- les Cribs, les greniers améliorés, les magasins fumigables sont des systèmes améliorés, d'introduction récente qui font timidement leur chemin.
- les grands magasins de stockage, les silos métalliques constituent des entrepôts étatiques installés dans toutes les régions.

IV. LA SITUATION PARASITAIRE

Dans le Sud du pays, les dégâts observés sont principalement liés à l'attaque des insectes dont le développement est favorisé par une humidité élevée et à l'attaque des rongeurs. Les pertes de maïs dans les conditions de stockage traditionnel atteignent une moyenne de 5 à 10% après six mois de stockage.

Dans le Nord du pays, les pertes post-récolte sont relativement faibles. Cet avantage est lié au climat et à la technique de stockage (grenier en terre) et de conservation. Elles ne dépassent pas 2 à 5%.

L'introduction de *Prostephanus truncatus*, le Grand Capucin du maïs, un *Bostrychidae* originaire d'Amérique Centrale, a aggravé la situation parasitaire. En janvier 1986, le ravageur a été identifié pour la première fois dans la province du Mono, à la frontière du Bénin avec le Togo (KRALL et FAVI, 1986). Depuis son apparition, la région infestée s'est étendue vers le Nord. Un suivi des greniers paysans dans cette région en 1989 a révélé des pertes de maïs jusqu'à 17% après 4 mois de stockage. PARENTIUS (1988) parle de pertes atteignant 30,2% en 6 mois au Togo.

Un recensement réalisé en 1986 (HARNISCH, 1986) a permis d'établir une liste des ravageurs des stocks (tableau 2).

Les ravageurs principaux sont les suivants :

- Sur le maïs : *Sitophilus zeamais*, *Tribolium spp.*, *Prostephanus truncatus*, et les rongeurs
- Sur le Sorgho : *Rhizopertha dominica*, *Tribolium spp.*, *Sitotroga cerealella*, *Palorus spp*

V. MÉTHODES DE CONTRÔLE ET DE LIMITATION DES PERTES ET DÉGATS

Le Service de Protection des Végétaux a, jusqu'à présent, porté ses efforts dans la protection de trois denrées principales : le maïs, le niébé et les cossettes de manioc.

1 . La protection du maïs stocké

Au Bénin, le maïs est attaqué par un spectre de parasites dont les principaux sont *Sitophilus zeamais* MOTSCH et *Tribolium spp.*

Tableau 2 : Insectes trouvés sur des denrées stockées au Bénin en 1986

Ravageurs	Mais	Mais (farine)	Sorgho	Mil	Riz	Blé	Niébé	Voandzou	Poids d'An-gole)	Arachide	Igname	Igname (cos-settes)	Manioc (cos-settes)	Tabac
<i>Alphitobius laevigatus</i> (F.)	x													
<i>Callosobruchus maculatus</i> (F.)							x		x					
<i>Callosobruchus subinnotatus</i> (Gyll.)								x						
<i>Carpophilus spp</i>	x		x								x	x		
<i>Cathartus quadricollis</i> (Guér.)	x													
<i>Cryptolestes spp</i>	x													
<i>Dinoderus minutus</i> (F.)										x		x	x	
<i>Lasioderma serri-corne</i> (F.)												x	x	x
<i>Latheticus oryzae</i> (Wateh.)			x									x		
<i>Oryzaephilus mercator</i> (Fauv.)	x							x						
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)	x		x	x										
<i>Palorus subdepressus</i> (Wohl.)	x										x			
<i>Prostephanus truncatus</i> (Horn)	x													
<i>Rhizopertha dominica</i> (F.)	x		x	x	x		x							
<i>Sitophilus zeamais</i> (Motach.)	x		x	x										
<i>Sitophilus oryzae</i> (L.)			x	x	x									
<i>Typhae sterocorea</i> (L.)												x		
<i>Tribolium castaneum</i> (Hbst.)	x	x	x	x	x	x				x		x		
<i>Tribolium confusum</i> (Duv.)	x		x	x										
<i>Corcyra cephalonica</i> (Stnt.)	x		x	x	x			x						
<i>Plodia interpunctella</i> (Hubn.)	x													
<i>Sitotroga cerealella</i> (Ol.)	x		x	x										

- Sur les cossettes de manioc et d'igname : *Dinoderus spp*
- Sur le niébé : *Callosobruchus spp.*

Le service recommande :

- une récolte précoce pour éviter l'attaque au champ
- un déspathage des épis avec stockage dans un grenier amélioré (crib en matériaux locaux) qui permet un bon séchage
- un traitement chimique avec un organo-phosphoré, Pyrimiphos-méthyl PP 2% à 10 ppm, appliqué à l'aide d'une boîte poudreuse ou d'une poudreuse à main suivant la méthode sandwich (traitement couche par couche lors de la mise en stocks).

Dans la province du Mono, la présence de *Prostephanus truncatus* a exigé de revoir rapidement ce programme de vulgarisation, car ce coléoptère n'est pas sensible aux organo-phosphorés.

Chaque année, des pièges à phéromones (*Truncall* 1 + 2) sont posés pour évaluer la dissémination de *P. truncatus*.

Les agents de vulgarisation agricole, en contact avec les paysans, ont reçu des informations sur la reconnaissance de cet insecte et les moyens de lutte possibles, ainsi qu'une fiche technique résumant les principales informations sur le Grand Capucin du Maïs. Une affiche d'avertissement a été distribuée dans le CARDER.

Depuis 1987, 5 essais consécutifs ont été mis en place par le service sur un site composé de 16 greniers améliorés au Mono.

Ont été testés :

- différentes méthodes de stockage : maïs en spathes, maïs en épis despathés, maïs en grains dans des sacs.
- différents insecticides, constitués du mélange d'un organo-phosphoré luttant contre les insectes traditionnels et d'un pyréthrinoloïde particulièrement efficace contre les *Bostrychidae*.

Les résultats ont montré que la meilleure protection est assurée par un binaire composé de Pyrimiphos-méthyl+deltaméthrine sur du maïs en grains . L'antenne locale du service recommande l'application des préparations commerciales d'actellic et de K-othrine (2 sachets d'Actellic PP 2% + 1 sachet de K-othrine PP 0,1% pour 300 kg de maïs = 7,5 + 0,33 ppm) ou 1 sachet de Sofagrain pour 100 kg de maïs (= 7,5 + 0,25 ppm).

Si le stockage en grains est particulièrement conseillé, il est mal accepté par les paysans qui objectent une augmentation de travail (déspathage, égrainage). En conséquence, le service recommande aussi le traitement du maïs en épis.

Une fiche technique, "Comment conserver notre maïs" englobe tous les conseils du service en matière de stockage et de traitement du maïs.

Pour se préparer efficacement à la lutte biologique contre *P. truncatus* par l'introduction d'un coléoptère prédateur *Teretrisoma nigrescens*, le Projet Bénino-Allemand a engagé une étude sur la détermination des pertes causées par le Grand Capucin du maïs dans les greniers traditionnels paysans. Une étude similaire, menée après le lâcher du prédateur, permettra d'évaluer avec précision l'efficacité de cette lutte.

2 - La protection du niébé stocké

Le niébé est fortement attaqué par les bruches (*Callosobruchus spp.*) qui attaquent les gousses dès le champ.

Les essais réalisés ont consisté en un traitement avec des organo-phosphorés et pyréthrinoides seuls ou en mélange et l'huile de Neem, du niébé stocké dans des jarres en argiles fermées.

Produits testés :

- a. Pyrimiphos methyl PP 2% 10 ppm
- b. Permethrine PP 0,5% 2,5 ppm
- c. Pyrimiphos-methyl+deltamethrine PP 1,6% + 0,3% 8+1,5 ppm
- d. Pyrimiphos-methyl+deltamethrine PP 1,5% + 0,05% 7,5+0,25 ppm
- e. Pyrimiphos-methyl+deltamethrine PP 1,5% + 0,05% 15 + 0,5 ppm
- f. Huile de neem 4ml/kg
- g. Témoin

Les traitements avec les binaires et l'huile de Neem (CDEF) ont donné une efficacité comparable. Le service conseille toutefois le traitement avec l'huile de Neem (4ml/kg), méthode simple, peu coûteuse et sans danger d'utilisation. Une fiche technique a été éditée et distribuée dans tout le pays, et des démonstrations de fabrication de l'huile à partir des graines de Neem ont été réalisées. Cette méthode est acceptée très lentement par les paysans, qui refusent le surplus de travail apporté par la récolte des graines et la fabrication de l'huile.

3 - La protection des cossettes de manioc

Les cossettes sont attaquées par un ravageur important, *Dinoderus spp.*, de la famille des *Bostrychidae* et dans une moindre mesure par *Tribolium spp.*

Comme il est très difficile de répartir de façon homogène de la poudre sur les surfaces irrégulières des cossettes, le service a testé une méthode de trempage des tubercules dans une solution insecticide avant de les sécher.

Trois traitements ont été testés, avec un trempage pendant une minute.

- a. Extrait à l'eau de graines de neem 500 G de graines pilées pour 10 litres d'eau
- b. Deltamethrine-methyl 2ml+3ml de p.c./litre d'eau
- c. Deltamethrine 2,5% 4ml de p.c./litre d'eau
- d. Témoin

Les cossettes étaient stockées dans des jarres en argile et réinfestées chaque mois avec *Dinoderus spp.* et *Tribolium spp.*

Les traitements a, b et c ont donné de très bons résultats, mais le test sera repris pour deux raisons :

- les résidus chimiques observés dans les cossettes des traitements b et c sont trop proches de la limite imposée par la FAO.
- le traitement avec extrait aqueux de graines de Neem est simple d'emploi mais n'est pas efficace contre *P. truncatus*. Or, il est à craindre qu'il atteigne le Nord du Bénin et s'attaque aux cossettes, situation déjà observée au Togo.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- HARNISCH, R. 1986 - Situation du stockage traditionnel, collectif et industriel en République Populaire du Bénin. GTZ Eschborn 37 pp.
- KRALL, S. FAVI, F. 1986 - Benin. Further distribution of the larger grain borer (*Prostephanus truncatus*) in West Africa. FAO Plant Prot. Bull. 34 (4), 213f.
- PANTENIUS, C.U. 1988- Etat des pertes dans les systèmes de stockage du maïs au niveau des petits paysans de la région maritime du togo. Publication GTZ Eschborn 83 pp.

1.8. AMÉLIORATION DE L'APRÈS-RÉCOLTE DE LA BANANE PLANTAIN EN CÔTE D'IVOIRE

SOLER A., N'DA ADOPO
IRFA/CIRAD
01 BP 1740 Abidjan, Côte d'Ivoire

Résumé

La banane plantain est en Côte d'Ivoire la deuxième denrée consommée après le riz. Les systèmes de production s'apparentent à ceux que l'on rencontre dans la plupart des pays africains producteurs (GHANA, NIGERIA, CAMEROUN, ZAIRE...).

La filière de production commercialisation est caractérisée par la mise en oeuvre de procédés après récolte inadaptés à la nature de ce produit, entraînant ainsi de nombreuses avaries et des pertes. Des études sont menées en vue d'améliorer le système post-récolte.

I. INTRODUCTION : GÉNÉRALITÉS

Les cultures vivrières représentent l'essentiel des activités de l'économie rurale de Côte d'Ivoire. Le plantain y occupe une place privilégiée puisqu'environ 1 300 000 tonnes sont produites annuellement représentant 20% de l'ensemble des vivriers produits et 25% des féculents arrivant ainsi en seconde position derrière l'igname (45%). La figure 1 présente la répartition en pourcentage par rapport aux féculents et à l'ensemble des vivriers de diverses denrées alimentaires. (MINAGRI, 1984).

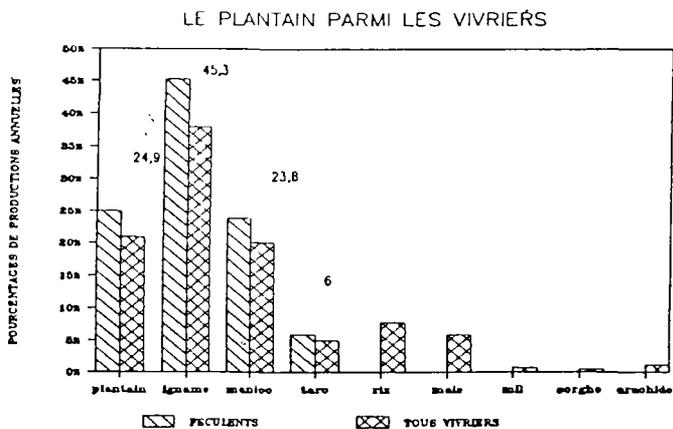


Fig. 1 : Production de plantain annuelle : 1 300 000 tonnes

L'essentiel de la production est située dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire, principalement dans le quadrilatère Daloa, Soubré, Divo Bouaffé. L'Ouest frontalier et côtier produit le plantain toute l'année mais en quantité moindre ; la région d'Aboisso produit mais essentiellement d'Octobre à Mars. On constatera d'une part que le plantain qui est une plante exigeante en eau n'est produit que dans les zones humides du pays, d'autre part que les régions consommatrices sont concentrées dans le Sud et que l'agglomération d'Abidjan en est la plus importante (figure 2) (SERV, 1988).

On distingue plusieurs systèmes de production:

- la production de type traditionnel est la plus répandue. La culture y est extensive ou semi intensive et revêt plusieurs formes :
- autour des cases (plantains de case), ce sont généralement de beaux plants en touffes libres qui bénéficient de l'apport des résidus organiques ménagers;
- associée à d'autres vivriers. Cette association a pour but d'assurer la sécurité d'approvisionnement de base de l'agriculteur. Le bananier bénéficie des soins apportés aux autres cultures ;
- associée à des cultures pérennes. Les bananiers servent de plants d'ombrage pour de jeunes cultures, le plus souvent dans de jeunes plantations de cacaoyers.

Les cultures se font sur andain de déboisement ou sur défriche de forêt ; les bananiers croissent sous la seule fertilité naturelle du sol.

On plante le plus souvent pour satisfaire les besoins en autoconsommation et les excédents sont commercialisés.

La production de type moderne (monoculture intensive) destinée surtout à la commercialisation est encore rare. Il est prévu de développer les cultures irriguées dans la "période après-barrages", au niveau des vallées, des fleuves Sénégal et Gambie.

II. LA POST-RÉCOLTE DU PLANTAIN

La filière de la banane plantain est caractérisée par la mise en oeuvre de méthodes inadaptées à la nature de ce produit :

- récoltes peu soignées et effectuées généralement sans souci d'éviter les grattages et chocs;
- entassement des régimes (souvent au soleil)
- transport en vrac sous mauvaise aération et à des températures relativement élevées ;
- mauvaise articulation entre la production et la commercialisation.

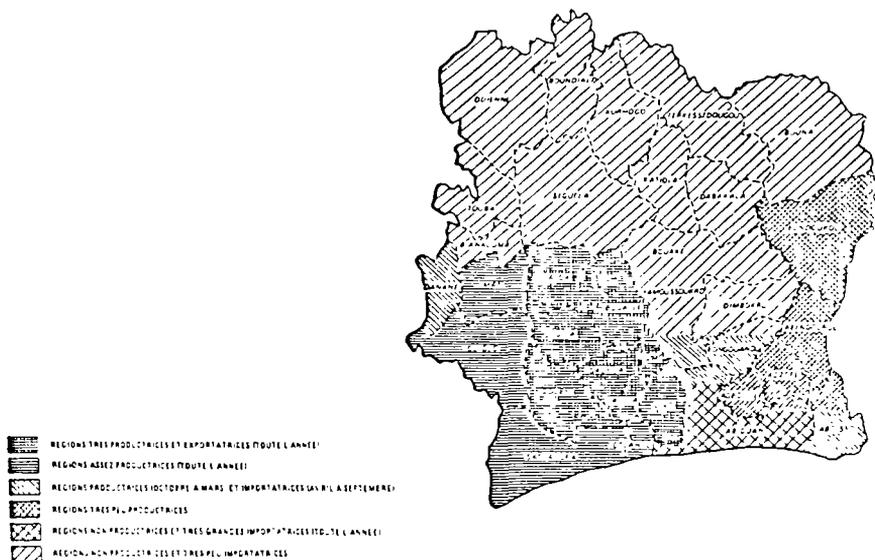


Fig 2 : Régions productrices, exportatrices et importatrices

Cette situation entraîne de nombreuses pertes lesquelles sont accentuées par une forte production saisonnière de Novembre à Avril.

D'après des tests effectués en vraie grandeur sur la filière traditionnelle en simulant les différentes manipulations et manutentions depuis la plantation jusqu'à la commercialisation, on peut estimer l'ensemble avaries plus pertes de la façon suivante :

- récoltes tardives et mauvaises techniques	8 %
- transport	20 %
- stockage	15 %

III. MATURATION DES FRUITS

Le phénomène de perte est étroitement lié à la maturation laquelle consiste en une succession de processus chimiques et physiques conduisant du fruit vert au fruit mûr:

- transformation de l'amidon en sucres solubles (saccharose, glucose et fructose essentiellement) ;
- ramollissement de la pulpe
- coloration de la peau
- développement de saveurs et odeurs caractéristiques.

IV. FACTEURS CONTRÔLANT LA MATURATION

Ethylène

L'éthylène est "l'hormone" végétale contrôlant la maturation. Au cours du mûrissement du fruit, ce composé est produit selon une réaction autocatalytique qui est responsable de la rapidité de la maturation. L'éthylène est aussi produit par les blessures du fruit à tous les stades de la culture et de la commercialisation (récolte, transport, stockage). Toute mauvaise manipulation des bananes entraînant leur maturation précoce. L'éthylène dégagé par un fruit peu facilement atteindre les fruits environnants et déclencher leur maturation au cours des stockages. Ce phénomène est utilisé sur les marchés pour faire mûrir un lot de bananes avant la vente.

Stade de récolte

A l'approche de la récolte, le fruit acquiert une maturité physiologique tout en étant "vert"; sa sensibilité et sa fragilité augmentent avec l'âge. Plus longtemps on laissera le régime sur le pied mère, plus il grossira mais déclenchera très facilement son éthylène, donc sa maturation.

Température et humidité

Les conditions de stockage jouent un rôle important dans la vitesse de maturation des bananes. Une température trop élevée accélère la perte en eau et un vieillissement prématuré qui déclenche la maturation. Une humidité trop forte favorisera le développement de champignons lesquels occasionneront des blessures (ex = anthracoses) aux fruits et entraîneront leur mûrissement.

V. TRAITEMENT POST-RÉCOLTE

Tous les traitements et manipulations post-récolte devront concourir à contrôler les facteurs qui déclenchent la maturation des fruits.

Récolte

- le stade de récolte peut être amélioré en fonction de l'utilisation des bananes: consommation immédiate donc récolte tardive possible, consommation différée donc récolte plus précoce ;
- la technique de récolte peut être améliorée en évitant la chute du régime au sol et en découpant les régimes en bouquets pour les transporter dans des paniers ou dans des cagettes.

Transport

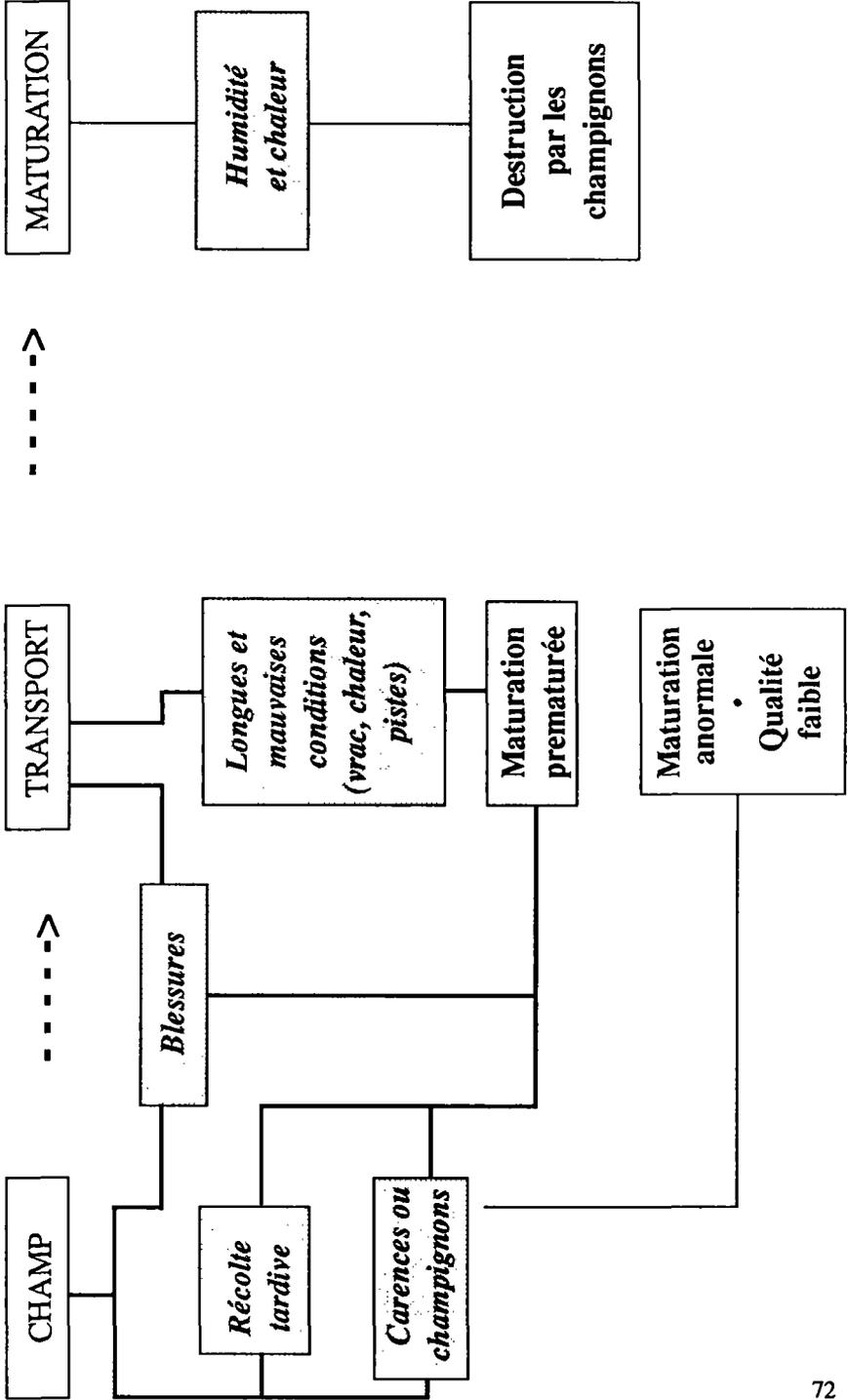
La principale perte de produit au cours de la phase post-récolte a lieu pendant le transport ou en découle directement. Le transport en vrac est à proscrire dans la mesure du possible. On doit lui préférer un transport après conditionnement qui limitera les chocs et écrasements des fruits (cartons, paniers, cagettes).

Stockage

Il existe de nombreuses formes de stockage et traitement post-récolte dont la plupart sont malheureusement onéreux bien que très efficaces :

- les fongicides qui limitent le développement des champignons,
- le froid seul ou associé à une atmosphère modifiée permet des conservations de 1 à 3 mois,
- les films plastiques et les cires limitent les pertes en eau de la peau mais il doivent être associés à des traitements chimiques (gibbérellines et absorbeur d'éthylène),

**FACTEURS INFLUANT SUR LA MATURATION ET LA QUALITÉ DU PLANTAIN
DANS LES CONDITIONS TRADITIONNELLES IVOIRIENNES**



VI. ACTIONS EN COURS

Les études menées sur la physiologie du plantain et la réduction des pertes post-récolte s'inscrivent dans le cadre des programmes IRFA et du projet PNUD/FAO IVC/87/003 concernant la réduction des pertes après récolte de l'igname et de la banane plantain.

Les actions envisagées en vue de la mise au point de méthodes utilisables en milieu paysan sont :

- la détermination de stades optimums de récolte afin de choisir un compromis entre le gain en poids du régime, la qualité nutritive des bananes et les durées possibles de conservation à l'état vert ;
- l'adaptation de procédés améliorés de récolte, de conditionnement, de transport et de stockage.

Les tests effectués dans 3 zones (Aboisso, Sikensi et Divo) montrent que pour des intervalles floraison-récolte (IFC) extrêmes de 62 et 82 jours, on double grossièrement la durée de conservation de 10 à 20 jours pour 50% de fruits mûrs, et de 15 à 30 jours pour l'ensemble du lot mûr. Pour des IFC intermédiaires de 70 à 75 jours, le gain n'est plus que de quelques jours.

Les bananes ont subi l'équivalent de toute la chaîne de commercialisation mais avec des procédés améliorés :

- récolte, découpe en mains ou en bouquets
- conditionnement en cagettes pour le transport
- stockage à température ambiante (26-30°C), en local aéré en séparant les bananes qui appartiennent aux mains du "haut" des régimes de celles qui proviennent des mains du "bas" ;
- séparation des fruits qui mûrissent des fruits encore verts.

Le traitement des bananes par un fongicide permet de prolonger de 2 à 7 jours la durée de conservation pour l'ensemble du lot mûr.

VII. CONCLUSION

L'intérêt du plantain sur les plans alimentaires et économiques est évident. De nombreux problèmes sont liés à cette culture, en particulier durant la phase post-récolte. Le cumul des effets positifs de techniques basées sur :

- la réduction des chocs et blessures à la récolte, au transport, au stockage et à la commercialisation ;
- la mise à profit des connaissances sur la maturation du fruit (action de la chaleur, de l'éthylène) peut apporter un gain de temps de conservation appréciable et assurer une réduction de pertes non négligeable.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FAO – (1988). Root and tuber crops, plantains and bananas in developing countries. Challenge and opportunities. FAO Plant Production and Protection Paper. 83 p.
- MINAGRI – (1984). Annuaire des Statistiques Agricoles et Forestières de Côte d'Ivoire.
- SERY D.G. – (1988). Rôle de la banane plantain dans l'économie ivoirienne. FRUITS 43 (2): 73-78.
- STOVER R.H., SIMMONDS N.W. – (1987). Bananas. Tropical Agriculture Serie. 3 red edition. Edit. by LONG MANS. p. 264-274.
- TEZENAS DU MONTCEL H. – (1985). Le bananier plantain (CTA) ed. Maison neuve et Larose.

1.9. SITUATION DE LA POST-RÉCOLTE EN AFRIQUE CENTRALE

DR. FOKO J.

Département de Protection des Végétaux,
Centre Universitaire de Dschang Cameroun, C. P. 222.

Résumé

La sous-région est productrice de plusieurs denrées alimentaires qui sont conservées aussi bien au niveau du paysan que des coopératives et de l'état dans des structures de diverses dimensions. Au cours du stockage elles subissent des dégâts parfois importants qui sont le fait de nombreux déprédateurs biotiques tels que les rongeurs, les insectes et des champignons qui entraînent des pertes considérables.

Aussi un certain nombre de programmes de lutte sont mis en oeuvre dans lesquels le volet amélioration des structures n'est pas oublié.

I. INTRODUCTION

Notre objectif en abordant ce thème n'est pas de présenter un répertoire chronologique des actions engagées en Afrique Centrale dans ce secteur particulier de l'amélioration des performances de l'agriculture qu'est la post-récolte. Nous avons encore moins l'ambition de présenter les résultats d'une étude de terrain que nous aurions effectuée sur le sujet.

Notre propos a pour préoccupation essentielle d'essayer de faire appréhender un ensemble de données nationales de l'heure sur la post-récolte en Afrique Centrale à la lumière de certains documents récents que nous avons pu consulter sur le sujet.

Nous situerons au préalable la zone concernée et donnerons une physionomie de sa production alimentaire, avant d'aborder les données sur la post-récolte, qui dans ce cadre auront trait :

- aux systèmes de stockage et de conservation des produits vivriers;
- aux principales sources de pertes alimentaires post-récoltes ;
- et aux actions engagées pour la prévention de ces pertes.

Les informations rassemblées ici pourront s'avérer incomplètes. Aussi invitons nous le lecteur à ne pas s'attarder sur les insuffisances, mais plutôt à faire éventuellement des suggestions pouvant permettre à ce document de traduire au mieux la physionomie actuelle de l'Afrique Centrale en matière de post-récolte.

II. PRÉSENTATION DE LA SOUS-RÉGION

La sous-région de l'Afrique Centrale regroupe plusieurs pays dont le Cameroun, la RCA, le Gabon, la République Populaire du Congo, le Zaïre, la Guinée Equatoriale, la République de Sao-Tomé et Principe, le Rwanda et le Burundi.

Cette zone qui s'étend entre le 13ème parallèle Sud et le 14ème parallèle Nord est soumise à l'influence de deux principaux types climatiques : le climat équatorial caractérisé par l'existence de quatre saisons dont deux sèches et deux de pluies, et le climat tropical où n'alternent qu'une seule saison sèche et une saison de pluies. On y retrouve cependant des variantes climatiques très diversifiées allant du climat équatorial très pluvieux qui favorise le développement d'une forêt dense, au climat Sahélien caractérisé par des longues périodes sèches pouvant s'étaler de 9 à 10 mois par an. En outre la complexité du relief induit la prévalence en altitude de nombreux microclimats.

Cette grande diversité écologique favorise la culture d'une gamme variée de plantes vivrières.

III. LA PRODUCTION ALIMENTAIRE

Les tableaux I et II présentent les superficies consacrées aux différentes productions vivrières ainsi que les niveaux de production. (FAO/1987a). Beaucoup de similitudes apparaissent dans l'ensemble des pays concernés, qui à l'exception de la Guinée Equatoriale produisent une grande diversité de céréales, de légumineuses, et de plantes à tubercules. On note cependant une certaine variabilité dans l'importance que les différents produits vivriers présentent dans l'alimentation.

Au Cameroun, les mils et sorghos constituent la base de l'alimentation des populations des plateaux et savanes du Nord ; le maïs l'est pour les populations des Hauts Plateaux de l'Ouest : le manioc en revanche est l'aliment le plus consommé dans les savanes du Centre et dans les régions forestières du Sud; cette même racine constitue la base de l'alimentation dans plusieurs autres pays de la sous-région parmi lesquels figurent la République Populaire du Congo, le Gabon, la RCA, et la Guinée Equatoriale.

IV. SYSTÈME DE STOCKAGE ET DE CONSERVATION DES PRODUITS VIVRIERS

IV.1. Les structures de stockage

Trois principaux types de stockages prévalent dans les pays de la sous-région :

- le stockage et la conservation au niveau du paysan;
- le stockage et la conservation au niveau des groupements et coopératives ;
- le stockage et la conservation au niveau des offices paraétatiques.

Tableau 1 : Surfaces consacrées aux principales cultures vivrières en Afrique Centrale (X 1 000 ha).

CULTURE	Burundi	Cameroun	Congo	Gabon	Guinée Equa.	R.C.A.	Rwanda	Sao-Tomé	Zaïre	Total
CÉRÉALES										
Maïs	135	400	11	7		112	87		866	
Mil-Millet	50	500	-	-	-	67	3		41	
Riz	7	23	4			20	2		335	
Sorgho	180	-	-	-	-	-	145		38	
LÉGUMINEUSES										
Arachide	65	320	20	8		139	18		535	
Haricots	310	167	6	-	-	-	235	-	135	
Soja	-	-	-	-	-	-	5	-	15	
TUBERCULES										
Ignames	1	83	3	10	-	42	2		30	
Manioc	45	420	95	43	26	180	44		2 200	
Patate douce	81	40	2	1	12		105		72	
Pomme de terre	11	77	-	-	-	-	42	-	8	
DIVERS										
SESAME	-	31				33			11	

Source : FAO, 1986

Tableau II : Production des principales cultures vivrières en Afrique Centrale (X 1 000 t).

CULTURE	Burundi	Cameroun	Congo	Gabon	Guinée Equa.	R.C.A.	Rwanda	Sao-Tomé	Zaïre	Total
CÉRÉALES										
Maïs	160	350	8	11	-	53	121		73	1 433
Mil-Millet	50	400	-	-	-	40	2		35	527
Riz	20	113	3	-	-	16	6		300	458
Sorgho	230	-	-	-	-	-	184		34	448
LÉGUMINEUSES										
Arachide	80	140	16	8		142	18		400	804
Haricots	300	113	4	-	-	-	240	-	80	737
Soja	-	-	-	-	-	-	7	-	17	24
TUBERCULES										
Ignames	7	400	14	85	-	198	7	-	220	931
Manioc	520	690	620	255	55	708	348	-	15 570	18 776
Patate douce	550	150	14	1	35		920		365	2 035
Pomme de terre	40	200	-	-	-	-	270	-	43	553
DIVERS										
SESAME	-	10				125			5	140

Source : FAO, 1986

IV.1.1. Stockage et conservation au niveau du paysan

a. Stockage des graines

Une grande diversité de structures sont utilisées pour le stockage des graines au niveau du producteur. Celles-ci comprennent des récipients divers (sacs, paniers, fûts métalliques, pots de terre, huttes, plateformes). Au Rwanda le panier constitue la structure la plus répandue : on l'utilise en effet pour le stockage de plus de 77 % de la production (FAO, 1988). Dans plusieurs autres pays (Burundi, République Populaire du Congo, Cameroun) le grenier sur pilotis constitue la structure d'élection pour la conservation de quantités plus importantes de produits vivriers ; ces greniers présentent une grande diversité de formes (en poire, en forme de caissons, etc) et de constitution (parois en bois, en argile, ou en rameaux de raphia (MALONGA, 1988 ; MESSEBO, 1988 ; MUNYERAGWE ET NTAGWARANA, 1988).

Pour protéger les greniers en argiles des intempéries et spécifiquement de la pluie, les paysans disposent souvent un chapeau de paille tressée au dessus du grenier, et revêtent les parois extérieures de la même paille. En revanche les greniers en rameaux de raphia sont disposés à l'intérieur des cases ou sous leur auvent pour les protéger de la pluie (FAO, 1987a, An. 1987b).

En république populaire du Congo on estime à 50-75%, les pertes enregistrées sur graines de légumineuses et de céréales au cours de la conservation dans les structures paysannes (MALONGA, 1988).

Les pertes enregistrées dans des conditions similaires au niveau des autres pays de la sous-région ne sont pas clairement chiffrées.

Certaines stratégies sont mises en oeuvre par le paysan pour la protection des graines stockées : mélange avec de la cendre (FAO, 1987b); incorporation au produit stocké d'insecticides ou de diverses parties de plantes (FONGANG, 1977 ; FORBUZO, 1987 ; MALONGA, 1988).

Au Cameroun l'Actellic à 2 % (Pyrimifos-methyl) est vulgarisé par la MIDENO. (Mission pour le Développement du Nord-Ouest) et la SODECOTON (Société pour le développement de la culture du coton) auprès des agriculteurs des zones encadrées par ces sociétés en vue de la protection des stocks de graines ; depuis peu la K-Othrine (Delmaméthrine) est également vulgarisée par la MIDENO. Le taux d'adoption de ces innovations semblent encore assez faible (FONGANG, 1977 ; FORBUZO, ; MESSEBO, 1988). Une enquête effectuée dans la Province du Nord-Ouest du Cameroun a révélé que de nombreuses plantes ou parties de plantes sont utilisées par les agriculteurs pour la protection de leurs graines en stock ; les plantes et parties de plantes utilisées sont notamment les suivantes : *Alangium chinense* (branches, feuilles, et écorce), *Celtis africana* (feuilles et écorce du tronc), *Clausena anisata* (branches et feuilles), *Cupressus spp* (branches et feuilles), *Elaeis guineensis* (Huile de palme), *Ocimum suave* (branches et feuilles), *Capsicum frutescens* (fruits), *Teclea grandifolia* (feuilles) (FORBUZO, 1987). L'efficacité de ce matériel n'a pas encore été testé expérimentalement.

b. Conservation des tubercules et racines

Il n'existe pas de structures particulières pour la conservation des tubercules au niveau du paysan ; mais ceux-ci sont l'objet de traitements variés.

Les tubercules de pommes de terre sont généralement gardés sur le sol de la case.

Les ignames sont exposées au soleil et peuvent se conserver pendant 5 à 6 mois sur des étagères verticales (FAO, 1988 ; MOSSEBO, 1988). L'enfouissement constitue une des méthodes usuelles pour la conservation des tubercules de macabo et de patate (FAO, 1988 ; MOSSEBO, 1988) ; avant leur introduction dans la fosse, les tubercules sont enduits de cendre de bois, et subissent également une courte exposition au soleil. Ce traitement a pour but d'accroître leur résistance aux déprédateurs (MOSEBO, 1988).

Le manioc peut être conservé sur pied au champ et récolté en fonction des besoins ; ce qui réduit considérablement les pertes. Toutefois ce tubercule subit divers types de transformations : cossettes, farine, bâtons (bibolos, miondos, chikwangu) dans la plupart des pays producteurs (FAO, 1987a ; MALONGA, 1988 ; MOSSEBO, 1988), boules séchées au feu en RCA et au Cameroun, (FAO, 1987a MOSSEBO, 1988 ; PADEMONA, 1988), et gari au Cameroun (An. 1987a).

Les bâtons de manioc durcissent généralement après quelques jours et moisissent. En revanche les cossettes mises dans des sacs de polyéthylène peuvent se conserver pendant 4 mois en moyenne dans la case (MALONGA, 1988). Le gari constitue cependant le produit le plus perfectionné et de conservation aisée car la déshydratation est très poussée (FAO, 1987a). Les techniques utilisées pour ces diverses transformations sont dans l'ensemble artisanales.

IV.1.2. Stockage et conservation au niveau des groupements et coopératives

Les exemples de structures de cette catégorie sont plutôt rares.

Au Cameroun, avec l'aide de la FAO, des magasins améliorés ont été construits par les agriculteurs dans certains villages de la Province du Nord-Ouest pour la conservation de la pomme de terre, et la régularisation de son écoulement sur le marché. Il s'agit de magasins en briques de terre recouverts d'un toit de chaume et pouvant contenir jusqu'à 7 tonnes de tubercules. La disposition des ouvertures jointe à une organisation judicieuse de la ventilation permet d'y maintenir en permanence des températures assez basses inférieures à 20 °C. Le coût de ces magasins était estimé à 80 000 CFA (prix 1981 - 82). Des variantes améliorées de ces magasins ont été édifiées avec des antivol aux ouvertures, une séparation interne, et une toiture en tôle pour réduire les risques d'incendie ; elles peuvent contenir jusqu'à 20 tonnes de pommes de terre, et leur coût était évalué à 200 000 F CFA en 1981-1982. Les pertes relevées dans ces magasins sont de moitié inférieures à celles enregistrées en stockage traditionnel (FONCHO, 1988).

Au Rwanda le stockage coopératif se fait au niveau régional dans des silos et hangars. Il porte essentiellement sur les céréales et les légumineuses.

IV.1.3. Stockage au niveau des offices étatiques et paraétatiques

Ce type de stockage concerne les céréales (sorgho, maïs, riz) et les légumineuses (arachides, haricot, soja). Parmi ces objectifs majeurs figurent la stabilisation et la régularisation des prix des denrées concernées, ainsi que la constitution de stocks de réserve en vue d'assurer des mesures de sécurité alimentaire.

Les structures de stockage sont généralement des magasins de grande capacité, où le produit est stocké dans des sacs de jute ou de plastique empilés sur des palettes. Des silos sont également utilisés. Plusieurs organismes de ce genre existent dans la majorité des pays de la sous région.

L'importance des pertes prévalant dans ce secteur moderne de conservation est assez mal connue. Des données fragmentaires existent néanmoins pour certains pays.

En république Populaire du Congo par exemple on estime que les pertes enregistrées sur graines de céréales et de légumineuses sont aussi élevées chez le paysan que dans les magasins de l'OVC (Office des Cultures Vivrières) (FAO, 1988), les estimations de ces pertes pour l'année 1986 dans les magasins de l'OCV sont de 31,8 % pour le maïs, 17,9 % pour l'arachide, 66,1% pour la pomme de terre, et 47,5% pour le haricot (MALONGA, 1988).

V. PRINCIPALES CAUSES DES PERTES POST-RÉCOLTES

Plusieurs facteurs sont à l'origine des pertes post-récolte enregistrées au niveau de la sous-région :

- les insuffisances qualitatives et quantitatives présentées par les moyens d'emballage et de stockage.
- les déprédateurs biotiques,
- les techniques de transformation et de préparation,

V.1. Les insuffisances des structures de stockage

Au nombre de ces imperfections figurent :

- la mauvaise fermeture ou étanchéité de sacs et autres récipients utilisés pour l'emballage des récoltes ;
- et la défectuosité des structures de stockage dans leur conception ou dans leur élaboration (construction avec des matériaux ne permettant qu'une protection limitée contre les intempéries et les déprédateurs biotiques divers).

V.2. Les déprédateurs biotiques

Ceux-ci comprennent principalement des insectes, des champignons et bactéries, ainsi que des rongeurs. Les insectes constituent de toute évidence le groupe le plus important de déprédateurs biotiques. Les tableaux III, IV, et V présentent des listes des principaux organismes déjà signalés sur les principales denrées stockées au niveau de la sous-région.

Tableau III : Principaux déprédateurs des céréales stockées en Afrique Centrale

CULTURES	Burundi	Cameroun	Congo	Gabon	Guinée Equ.	R.C.A.	Rwanda	Sao-Tomé	Zaïre
. Maïs									
+ Insectes									
- <i>Sitophilus zea maïs</i>		+++	+++			+++			
- <i>Sitophilus oryzae</i>		+++							
- <i>Sitophilus granarius</i>		+++							
- <i>Rhyssopertha dominica</i>	+++	+++	+++					+++	
- <i>Sitotroga céréallela</i>	+++	+++						+++	
- <i>Prostephanus truncatus</i>	+++								
- <i>Tribolium castaneum</i>		+++						+	
- <i>Tribolium confusum</i>		+							
- <i>Tribolium spp</i>	+		+						
- <i>Oryzaephilus spp</i>		+	+					+	
- <i>Cryptolestes spp</i>								(+) (1)	
- <i>Carpophilus spp</i>								(+) (1)	
- <i>Corcyra cephalonica</i>				+				(+) (1)	
- <i>Ephestia spp</i>				+					
- <i>Ephestia kuhniella</i>								(+) (2)	
- <i>Oryzaephilus mercator</i>				+				+	(2)
- <i>plodia interpunctuella</i>								+	(2)
+ Champignons									
- <i>Aspergillus spp</i>				x					
- <i>Mucor spp</i>				x					
- <i>Penicillium spp</i>				x					
+ Rongeurs (rats, souris)									
- <i>Mastomys erytholeucus</i>								x	
- <i>Mus musculus</i>		x	x						
- <i>Rattus rattus</i>		x	x						
+++	Parasite primaire (Insectes et mites)		x	Présence du déprédateur dans le pays concerné					
	+	Parasite secondaire (Insectes et mites)							
	(1)	s'observe également sur tous autres grains altérés							
	(2)	s'observe sur grains et farines de céréales							

Sources: FONGANG - 1979, MUNYERAGWE - 1988, MOSSEBO - 1988, MALONGA - 1988, PADEMONA - 1988, MAKAMBILA - 1988, FORBUZO - 1987

Tableau III (Suite) : Principaux déprédateurs des céréales stockées en Afrique Centrale

CULTURES	Burundi	Cameroon	Congo	Gabon	Guinée Equ.	R.C.A.	Rwanda	Sao-Tomé	Zaïre
. Sorgho									
+ Insectes									
- <i>Sitophilus spp</i>	+++						+++		+++
- <i>Sitophilus oryzae</i>			+++			+++			
- <i>Sitophilus zeamais</i>						+++			
- <i>Rhysopertha dominica</i>		+++							
- <i>Sitotroga cerealella</i>	+++	+++				+++			
- <i>Prostephanus truncatus</i>	+++								
+ Champignons									
- <i>Aspergillus spp</i>		x							
- <i>Fusarium moniliforme</i>		x							
+ Rongeurs (rats, souris)									
- <i>Rattus rattus</i>		x							
- <i>Mus musculus</i>		x							
. Riz (Paddy)									
+ Insectes									
- <i>Sitophilus oryzae</i>			+++						
- <i>Rhizoperta dominica</i>						+++			
- <i>Sitotroga cerealella</i>						+++			
+ Rongeurs (Rats, souris)									
- Arachide		x	x						
+ Insectes									
- <i>Caryedon serratus</i>		+++	+++			+++			
- <i>Trogoderma spp</i>		+							
- <i>Tribolium spp</i>		+	+						
- <i>Tenebriodes mauritanicus</i>			+						
+ Rongeurs (Rats, Souris)									
. Haricot et niébé									
+ Insectes									
- <i>Acanthoscelides obtectus</i>	+++		+++			+++	+++		
- <i>Zabrotes subfasciatus</i>	+++		+++						
- <i>Callosobruchus maculatus</i>		+++							
+++	Parasite primaire (Insectes et mites)								
x	Présence du déprédateur dans le pays concerné								
+	Parasite secondaire (Insectes et mites)								
(1)	s'observe également sur tous autres grains altérés								
(2)	s'observe sur grains et farines de céréales								

Sources: FONGANG - 1979, MUNYERAGWE - 1988, MOSSEBO - 1988, MALONGA - 1988, PADEMONA - 1988, MAKAMBILA - 1988, FORBUZO - 1987

c) Sur les tubercules : *Araecerus fasciculatus* et *Minthea nugicollis* sont les espèces les plus nuisibles sur cossettes de manioc au Congo, alors que *Cyla puncticollis* serait la seule espèce prévalant sur tubercules de patate au Cameroun.

V.2.2. Des autres déprédateurs biotiques

Très peu d'études leur ont été consacrées jusqu'à présent.

Diverses espèces fongiques et bactériennes sont signalées comme responsables des pourritures enregistrées sur différents tubercules dans certains pays. Le problème des rongeurs, malgré une incidence différentielle suivant les pays et les spéculations, apparaît comme une préoccupation générale dans la sous-région.

V.3. Les techniques de transformation et de préparation

La confection de farine de maïs ou de sorgho par le moulin ou par pilage au mortier entraîne des pertes en poids pouvant varier de 5 à 15 %. A cela il faut ajouter des pertes protéiniques et calorifiques de l'ordre de 50 % engendrées par la confection de la bière locale (FAO, 1987a ; PADEMONA 1988).

L'usinage du paddy dans les rizières de l'Office des Cultures Vivrières au Congo a donné des pertes de 11 à 33 % en 1986 (MALONGA, 1988). Au Cameroun des pertes dépassant largement ces taux ont été observées au niveau de sociétés tels l'UNVDA (Upper Noun Valley Development Authority), et la SEMRY (Société d'Expansion et de Modernisation de la Riziculture de Yaoundé) ; en 1987, ces sociétés ne produisaient que 15 % de riz marchand sur une extraction possible de 70 % du fait d'un stockage prolongé du paddy (2 années environ) (FAO, 1987a).

Les pertes de transformation du manioc amer ont été suivies par des chercheurs du MESIRES au Cameroun. Elles sont évaluées à 50 % y compris l'épluchage, le drainage, la fermentation de l'amidon lors du rouissage, et la perte de miettes lors du séchage des cossettes. Les pertes sont légèrement plus faibles (45 %) pour le manioc doux qui ne subit pas la chaîne complète de transformation (FAO, 1978a, 1987b). Au Congo les pertes sont évaluées à 60 % et 15 % respectivement pour la transformation du manioc en foutou et en chikwangue (MALONGA, 1988).

En revanche les pertes de préparation des tubercules qui ne se limitent qu'à l'épluchage sont moins élevées : 5 % environ pour la pomme de terre et la patate douce, et 25 % pour le manioc et les ignames (FAO, 1987a ; MUNYERAGUE et NTAGWARANA, 1988).

VI. ACTIONS ENTREPRISES POUR LA PRÉVENTION DES PERTES APRÈS RÉCOLTES

Une volonté presque générale d'œuvrer en vue de la réduction des pertes après récolte s'observe au niveau de la sous-région ; à témoin les diverses initiatives très louables, mais éparpillées et limitées, prises par les différents gouvernements.

Au nombre de celles-ci figurent :

- des projets visant l'amélioration des méthodes de stockage en milieu paysan (RCA, République Populaire du Congo, Cameroun) ;
- la création d'organismes de commercialisation ;

- des actions de recherche ;
- programmes axés sur la transformation des produits vivriers en cours à l'Institut de la recherche agronomique, dans diverses institutions universitaires camerounaises et en République populaire du Congo.
- études sur les déprédateurs biotiques des denrées stockées à l'ORSTOM au Congo, et dans diverses structures de recherche camerounaises.
- recherches sur les méthodes de stockage au Rwanda.
- recherches sur les produits et plantes insecticides pouvant être utilisés pour la protection des stocks (République Populaire du Congo et Cameroun).
- programmes de lutte contre les déprédateurs biotiques (Projet FAO de lutte contre le grand capucin (Burundi) ; Programme de lutte contre les rongeurs (RCA)).
- formation des cadres (les institutions de formation agronomiques sont nombreuses dans la sous-région ; mais la composante post-récolte des diverses transformation dispensées (Techniciens, Ingénieurs des Travaux, Ingénieurs de développement rural, etc...) est assez faible;
- séminaires régionaux ;

VII. CONCLUSION

Les productions vivrières de la sous-région de l'Afrique Centrale se caractérisent par leur grande diversité (Céréales, légumineuses, tubercules divers). Les pertes enregistrées de la récolte à la consommation sont importantes aussi bien dans les structures traditionnelles que dans les structures modernes de stockage, bien que leurs niveaux ne soient pas toujours connus avec la précision voulue. Au nombre des causes permettant de les expliquer figurent :

- la défectuosité des méthodes de stockage ;
- le nombre limité de transformations post-récolte permettant de valoriser les produits ou de prolonger leur conservation ;
- l'inadéquation des techniques de transformation utilisées ;
- les méthodes culinaires ;
- le manque d'informations précises sur les agents et niveaux de déprédations qu'ils entraînent ;
- le manque de personnels qualifiés dans le domaine de la post-récolte.

La similitude des cultures et des problèmes de post-récolte relevée dans les pays de la sous-région devrait encourager une plus grande concertation sur ces problèmes, et une meilleure coordination des opérations à engager en vue de la réduction des pertes après récolte aux niveaux national et sous-régional.

Sur le plan de la formation des structures régionales telles que le Centre Africain de Recherche et de Formation Phytosanitaire et ses laboratoires spécialisés devraient être judicieusement exploitées pour la formation de spécialistes nécessaires pour la promotion de techniques améliorées dans le domaine de la post-récolte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALEGUEL NKOT. 1984 - Etude et observations sur l'infestation du maïs (*Zea mays* L) entreposé en grains par les insectes et autres arthropodes dans les conditions d'une provenderie. Mémoire de fin d'études d'Ing. agron., ENSA Yaoundé.
- FAO, 1986 - Agricultural Yearbook Production 1986.
- FAO/CEA. 1987 a - Etude sur les pertes alimentaires post-récolte au Cameroun.
- FAO/CEA. 1987 b - Etude sur les pertes alimentaires post-récolte en Afrique Centrale. Synthèse de trois documents nationaux.
- FAO/CEA. 1988 - Rapport du Séminaire sur les maladies et les ravageurs des cultures vivrières et la prévention des pertes post-récolte en Afrique Centrale I et II, Yaoundé 13 - 17 Juin 1988.
- FOKOU J.B. 1986 - La culture du macabo (*Xanthosoma sagittifolium*) au Cameroun : Etudes préliminaires des tubercules en conservation. Mémoire de fin d'étude d'ing. Agron., ENSA Yaoundé.
- FONCHO P. 1988 - Village Community Storage Of Irish Potatoes. An experience of FAO and MIDENO in the North West Province of Cameroon. Séminaire OUA/FAO/CEA/MULPOC, Yaoundé 13 - 17 Juin 1988.
- FONGANG E. 1977 - Quelques aspects des problèmes posés par la conservation du maïs dans les Hauts Plateaux de l'Ouest. Colloque AUPELF Yaoundé 5 - 10 Novembre 1979.
- FORBUZOB.C.(1987) - A Survey of the Natural Plant Products Used for Insect Pest Control on Stored Grains in the North-West Province of Cameroon. Mémoire de fin d'études d'Ing. Agron., ENSA Yaoundé.
- MAKAMBILA C. (1988) - Les microorganismes fongiques saprophytes du maïs au cours de la conservation au Congo. Colloque AUPELF/OUA Ngaoundéré, 21 au 26 Février 1988.
- MALONGA N. (1988) - La situation des cultures vivrières et le problème des pertes après récolte en République Populaire du Congo. Séminaire OUA/FAO/CEA/MULPOC, Yaoundé 13 - 17 Juin 1988.
- MOSSEBOD.(1988)- Pertes alimentaires post-récolte au Cameroun. Méthodes de stockage et de conservation. Séminaire OUA/CEA/FAO/MULPOC, Yaoundé 13 - 17 Juin 1988.
- MUNYERAGWE V. et NTAGWARANA M. (1988) - Présentation du Burundi. Séminaire OUA/FAO/CEA/MULPOC, Yaoundé 13 - 17 Juin 1988.

- NGOUAJIO M. (1986) - La culture de la pomme de terre (*Solanum tuberosum L.*) au Cameroun. Etudes préliminaires sur les maladies des tubercules en conservation. Mémoire de fin d'études d'Ing. Agron., ENSA - Yaoundé.
- PADEMONA F. R. (1988) - Les pertes post-récolte en RCA. Séminaire OUA/FAO/CEA/MUPLOC, Yaoundé 13 - 17 Juin 1988.
- TAZANOU M. (1987) - Recherche sur les méthodes de lutte contre les parasites responsables des pourritures des tubercules de pomme de terre en conservation, Mémoire de fin d'études d'Ing. Agron.; ENSA Yaoundé.
- TCHABA J.M. (1982) - Contribution à l'étude de la biologie de *Cylas puncticollis* BOH., Charançon de la patate douce. Mémoire de fin d'études d'Ing. Agron. ENSA Yaoundé.

1.10. LE STOCKAGE DES HARICOTS AU RWANDA "SITUATION, PROBLÉMATIQUE ET SOLUTION"

MANIRAHU Sylvère
Ingénieur Agronome, Conseiller Commercial à l'OPROVIA

KAYINAMURA Phocas
Ingénieur Agronome, Chef du Projet
GRENARWA II-RECHERCHES à L'OPR

Résumé

Le haricot occupe une place privilégiée dans l'alimentation des Rwandais pour lesquels il représente la source essentielle de protéines. Sa consommation est également importante au Burundi, l'Est du Zaïre, le Sud de l'Uganda, le Kenya et la Tanzanie. C'est dire qu'il s'agit d'une culture importante en Afrique de l'Est.

Il est sujet aux attaques par les insectes, les rongeurs et les moisissures mais également à des problèmes spécifiques dont les principaux sont : le durcissement et la décoloration entraînant des délais de cuisson prolongés, la perte et l'altération de goût, la baisse sensible du pouvoir germinatif. Le Rwanda et le Burundi en plus de ceux-ci, sont confrontés au problème de normes de qualité résultant du stockage de mélanges de plusieurs variétés ne répondant pas aux mêmes caractéristiques de conservation.

Au niveau du Rwanda, les efforts spéciaux tant dans le stockage que la commercialisation et la recherche ont été consentis à propos du haricot compte tenu de son importance nationale.

Ceux-ci ont porté sur les 4 niveaux d'intervention à savoir les producteurs, les coopératives, les commerçants et le stockage à l'échelle nationale dans les entrepôts de l'Etat (OPROVIA).

Les recherches menées à ces 4 niveaux pour résoudre les problèmes post-récolte du haricot ont donné des résultats substantiels, applicables et/ou appliqués par les divers intervenants pour réduire les pertes qu'ils encouraient. Toutefois, comme certaines questions n'ont pas encore trouvé de réponses, le haricot continue à faire l'objet d'investigations de la part du projet GRENARWA II-Recherches. Tous ces aspects sont passés en revue dans les pages qui suivent.

I. LA PLACE DU HARICOT AU RWANDA ET DANS LA SOUS-RÉGION

Le Haricot-*Phaseolus vulgaris* - constitue la principale source de protéines dans le régime alimentaire de près de 7 millions d'habitants qui peuplent le Rwanda. Il constitue l'aliment de base des ménages et est associé aux féculents (bananes, pommes de terre, patates douces, manioc) dans les préparations culinaires des Rwandais. Il est cultivé par près de 98 % des ménages en

culture pure ou associée et chaque exploitation y consacre 0,35 ha - 322 159 ha lui ont été consacrés en 1986 avec une production totale de 271 000 tonnes et un rendement moyen de 840 kgs/ha, (AN₁, 1986) et (AN₇). La consommation de haricots par habitant au Rwanda est l'une des plus élevées au monde et varie selon les études de 126 à 420 grammes/jour.

Elle peut même atteindre des sommets de 700g/jour en période de récolte (DOUGHTY et WALKERS, 1982) et (STANTON, 1970). Des données récentes rapportent une consommation par habitant de 40 kgs de Haricots/an (AN₇). La production nationale est complétée par des importations d'Uganda, du Zaïre et de la Tanzanie chaque année. Ces trois pays, de même que le Kenya et le Burundi sont également producteurs de haricots. Dans toute cette sous-région, le Burundi, l'Est du Zaïre (province du Kivu) et le Sud de l'Uganda sont grands consommateurs de haricots à des niveaux équivalents à ceux observés au Rwanda ou légèrement inférieurs.

Dans les pays et parties restants, la consommation de haricots tombe à des niveaux très bas (moins de 40g/j/hab) car remplacé par le manioc, la banane, le riz ou le maïs comme aliment de base - (STANTON, 1970). La présence de faibles productions au niveau des exploitations, d'un réseau routier dense, d'un parc automobile assez important et d'infrastructures de stockage éparpillées à travers tout le pays, fait qu'il ne se pose pas beaucoup de problèmes de manutention, transport et distribution. Quant au problème de séchage et conditionnement, il ne se pose de manière perceptible que quand la récolte s'effectue en période de pluies anormales entraînant des pertes considérables et une forte dépréciation de la qualité des haricots récoltés.

II. LES PROBLÈMES DU STOCKAGE DES HARICOTS AU RWANDA

Ceux-ci présentent un caractère général et un caractère particulier. Les problèmes généraux relèvent de ceux communs à tous les produits stockés à savoir la lutte contre les divers prédateurs que sont les insectes, les oiseaux, les rongeurs et les moisissures.

Dans le cas particulier des haricots, la lutte contre les "Bruches" *Acanthoscelides obtectus* requiert l'attention de tous surtout dans les zones de basse et moyenne altitude (1000 à 1800 m) où ils constituent le principal fléau. Les moyens classiques de lutte étant connus à savoir de bonnes conditions d'hygiène, des inspections régulières, les recours aux insecticides et fumigants, la formation d'un personnel qualifié, nous ne nous y attarderons pas. Nous signalerons simplement qu'ils ne sont pas employés suffisamment et efficacement par les fermiers tandis que les autres niveaux de stockeurs les appliquent avec diligence.

Les problèmes spécifiques sont liés aux caractères prédominants du haricot dans l'alimentation des Rwandais et/ou certaines pratiques culturelles. Il s'agit de :

- durcissement et changement de couleur des haricots,
- difficulté d'établissement de normes de qualité résultant de mélange de variétés trop nombreuses et ne répondant pas aux mêmes caractéristiques.

II.1. Durcissement et changement de couleur des haricots

Des études menées à l'OPROVIA ont confirmé qu'après une période de stockage de 8 mois, les haricots subissent ce phénomène de durcissement et de changement de couleur. Ceci va de pair avec une prolongation considérable du temps de cuisson, une forte consommation d'énergie et des risques accrus de rejet des haricots par les consommateurs. Dans les cas extrêmes, il a été constaté que les haricots durcis pouvaient mettre plus de 12 heures à cuire, décourageant de la sorte les meilleures volontés. A quoi ceci est-il dû ?

Le durcissement résulte d'une interaction entre les composants de phytine avec les autres composants de phosphore, calcium, magnésium, pectines, tannins et des propriétés physiques et chimiques des cendres. Ceci entraîne des changements dans la texture qui à leur tour peuvent entraîner des changements organo-leptiques se traduisant par un goût particulier. La corrélation entre les changements de texture et de goût des haricots est établie depuis longtemps et la teneur en eau à la réception est le facteur dominant à leur origine.

Les haricots stockés avec une teneur en eau inférieure à 10% ne développent pas ce goût particulier et une teneur en eau inférieure ou égale à 13 % entraîne un ralentissement de ce phénomène de durcissement. L'intervention des phénomènes d'oxydation et de polymérisation des lipides dans ce processus n'est pas encore établie. Par contre, le phénomène de durcissement va de pair avec celui de changement de couleur et de baisse du taux de germination des grains résultant des modifications de texture (DOUGHTY ET WALKER, 1982).

Ce problème que nous évoquons étant mondial et irrésolu, le Rwanda le contourne en :

- a. réceptionnant, dans la mesure du possible, des haricots dont la teneur en eau avoisine les 13%,
- b. assurant une rotation rapide des stocks en tablant sur un stockage de 9 mois maximum.

Toutefois, ceci ne constitue qu'une solution transitoire dans la mesure où la constitution du stock de sécurité nous obligera à dépasser les 9 mois sus-mentionnés.

II.2. Difficultés d'établissement des normes de qualité à cause des mélanges de variétés

Celles-ci résultent du fait que l'agriculteur rwandais ne cultive jamais une seule variété de haricots mais plutôt un mélange de variétés. Des études menées ont mis en évidence l'existence de 284 variétés dont 171 types sont communs au niveau des exploitations. De ceux-ci, 26 % sont du type rond et plat, 30% du type rond et oval, 26% du type long et plat et 15% du type long et oval. Les types à petites graines représentent 57 % et ceux à grosses graines 43 %. 51% représentent des mélanges de couleur tandis que 49% des types de graines sont monochromes. De ces monochromes, 55% sont rouges ou roses, 29% brun-jaunâtre, 24% crème, 18% brunâtre et 18% pourpres (AN, 1987).

Avec des caractères aussi variés de taille, de couleur, et de mélanges composés individuellement à partir d'un choix aussi étendu, il va sans dire que la détermination de normes de réception et de commercialisation en vue de mettre une ou plusieurs qualité(s) standard(s) à la disposition des consommateurs n'est pas aisée. De plus, ceci ne fait que compliquer les méthodes de stockage car la sensibilité aux attaques par les insectes, au durcissement, au changement de couleur et de goût diffère suivant les variétés.

Le Rwanda et le Burundi partagent ce problème de normes résultant de mélanges de variétés. Dans les autres pays (Uganda, Tanzanie, Kenya et Zaïre) il ne se pose pas d'une manière significative car les agriculteurs pratiquent surtout une culture monovariétale au niveau des exploitations.

III. LES EFFORTS CONSENTIS PAR LE RWANDA DANS LE STOCKAGE DES HARICOTS

L'impérieuse nécessité de réduire le plus possible les pertes post-récolte sur les productions agricoles et en particulier sur le haricot, a conduit les autorités rwandaises à consentir certains efforts dans le domaine du stockage de ce produit.

Ceci en vue de réduire ses pertes de stockage dues aux divers déprédateurs, accroître et équilibrer dans l'espace et dans le temps ses disponibilités alimentaires.

Au niveau des producteurs, le stockage est réalisé dans des structures traditionnelles. Les plus importantes sont les corbeilles et paniers de diverses dimensions, les sacs, les fûts métalliques, les gourdes, les pots en terre et les greniers. Toutefois, les haricots sont toujours conservés à l'intérieur des maisons et jamais dans des greniers extérieurs par mesure de sécurité. Toutes ces structures employées au niveau des paysans étant d'une efficacité limitée, le projet GRENDARWA II-RECHERCHES étudie actuellement la mise au point d'une structure de stockage efficace et accessible à la bourse du producteur.

Le stockage chez les commerçants privés s'effectue essentiellement en vrac, la mise en sacs intervenant peu de temps avant l'expédition ou la vente en gros. A ces deux niveaux, les efforts déployés ont consisté en :

- campagne de sensibilisation sur l'hygiène et l'emploi des produits phytosanitaires,
- regroupement des surplus de production dans des silos/Coopératives en zone de grande production,
- mise en place d'un réseau de vente des insecticides via l'OPROVIA, les silos, les coopératives, les structures du Ministère de l'Agriculture et les projets ruraux de développement.

Les groupements et coopératives de commercialisations utilisent des structures de stockage de type hangar, silo ou combiné silo-hangar. Les efforts consentis dans ce secteur ont porté sur :

a. L'encouragement des coopératives et silos ayant le stockage comme plaque tournante de leurs activités. C'est ainsi qu'actuellement plus de 100 structures de ce type existent à travers tout le pays. La capacité minimale étant de 80 tonnes, la capacité totale installée avoisine 10 000 tonnes par cette voie.

b. La formation des responsables y opérant par la mise en place d'une structure permanente d'encadrement en l'occurrence le Centre de Formation et de Recherches Coopératives qui fournit l'assistance en gestion/commercialisation.

c. Le regroupement des coopératives et groupements des agriculteurs dans les unions régionales facilitant les échanges d'expérience et les transactions commerciales dont les ravitaillement en produits de protection des denrées stockées.

Au niveau de l'Office Nationale pour le Développement et la Commercialisation des Produits Vivriers et des Produits Animaux "OPROVIA" qui gère les entrepôts nationaux, les efforts ont été concentrés sur sa consolidation depuis sa création en 1975.

L'Office avec une capacité de stockage installée de 20 000 tonnes, s'est spécialisé dans le stockage et la commercialisation du haricot et du sorgho, la distribution des aides alimentaires, la vente des produits de première nécessité, et est appelé à gérer le stock de sécurité. Il manipule annuellement 5 à 6 000 T de haricots.

Tous ces efforts visent en fin de compte une commercialisation mieux organisée, mettant à la disposition des consommateurs des haricots non fortement dépréciés. L'enjeu est de taille si l'on sait que 30 % de la production nationale de haricots sont commercialisés (soit environ 90 000 tonnes) via les producteurs, les coopératives, les silos, l'OPROVIA et les commerçants privés. C'est pourquoi, le pays consacre beaucoup d'efforts à la recherche sur le haricot pour résoudre les divers problèmes mentionnés au point 2 ci-avant, et trouver de nouvelles utilisations sous diverses présentations à cette denrée, dans l'alimentation et l'agro-industrie. Le projet GRENDAR-WA II-Recherches chargé d'étudier sous divers aspects le stockage, la transformation et la commercialisation des produits vivriers dont le haricot, évolue au sein de l'OPROVIA et jouit de l'assistance technique de l'USAID et de l'Université de Minnesota (USA). Nous passons brièvement en revue ce qui a été réalisé, ce qui se réalise et ce qui est prévu à court et moyen terme par ce projet.

IV. RECHERCHES RÉALISÉES

VI.1. Objectifs et programmes des recherches

Bien que le projet ait des objectifs plus vastes touchant à tous les produits vivriers, pour le haricot, ceux poursuivis sont :

- Déterminer la portée des pertes dues au stockage aux différents niveaux du système post-récolte (niveaux individuel, régional) ainsi que l'importance relative des facteurs qui causent ces pertes ;
- Elaborer, expérimenter et implanter des technologies appropriées aux différents niveaux a fin de réduire ces pertes et augmenter la disponibilité du haricot par l'amélioration de son stockage dans des conditions sûres et économiquement acceptables, surtout pour toute durée de stockage excédant 6 - 8 mois ;
- Réduire la quantité d'énergie calorifique dépensée dans la cuisson des haricots durcis en réduisant le temps de cuisson ;
- Limiter les contraintes de durée de stockage qui entravent l'action des opérateurs économiques oeuvrant dans ce secteur ;
- Faciliter l'application des politiques nationales de commercialisation en améliorant les informations de base et en tenant en considération entre autres choses : la qualité et la forme du produit, la distribution variétale à travers le pays, les préférences des consommateurs et des producteurs ainsi que l'écoulement du produit à l'intérieur du système de production ;
- Faciliter la constitution et la gestion de la Réserve Alimentaire d'Urgence (Stock de Sécurité ou Stratégique) programmée par le Gouvernement ;
- Développer le matériel et le programme de vulgarisation des résultats de la recherche.

Les études programmées sur le haricot ont été réparties en 7 volets différents mais interdépendants à savoir :

1 . Enquête sur les Méthodes et les Conditions de Stockage des Grains au Rwanda, dont l'objet est d'inventorier les conditions et les méthodes de stockages du haricot à différents niveaux de stockage afin d'évaluer les pertes et d'identifier les facteurs en jeu.

2 . Inventaire des Variétés de Haricots Cultivées au Rwanda, dont l'objet est de réaliser une enquête sur les variétés de haricots cultivées au Rwanda, leurs systèmes de répartition régionale et les préférences du producteur/consommateur afin de faciliter la commercialisation du haricot au Rwanda.

3 . Etude sur les Qualités sensorielles et l'Aptitude des Haricots à la cuisson, qui a pour objectif d'étudier l'effet des différentes conditions de stockage sur le durcissement du haricot ainsi que sur les préférences sensorielles des consommateurs, et d'étudier les possibilités de méthodes alternatives de conservation afin d'éviter ou de réduire au minimum le problème de durcissement du haricot.

4 . Etude de la Résistance Différentielles des Variétés de Haricots Cultivées au Rwanda aux Insectes de Stockage, dont le but est de vérifier la résistance différentielle aux bruches des variétés de haricots trouvées dans l'enquête précédente et de développer un programme de criblage continu de variétés de haricots résistantes.

5 . Etude des Méthodes Alternatives de Stockage des Grains, dont l'objet est d'élaborer et expérimenter les améliorations possibles dans les structures et les techniques de gestion du stockage en vue de réduire les pertes qui se produisent pendant le stockage.

6 . Développement d'un système de Standards et de Normes de Qualité du Haricot au Rwanda, dont l'objet est d'élaborer un système d'analyse et de standards de qualité adapté aux conditions de classification spécifiques au Rwanda dans le but d'améliorer à la fois le stockage et la commercialisation du haricot.

7 . Développement d'un système de Vulgarisation des Résultats de la Recherche, dont l'objectif est d'assurer l'application et l'emploi pratique des résultats obtenus dans le programme de recherches.

V. QUELQUES RÉSULTATS DES ENQUÊTES ET EXPÉRIENCES

V.1. Le Laboratoire d'analyse de qualité des produits vivriers

L'une des plus importantes réalisations de GRENDARWA II - RECHERCHES est d'avoir créé au sein de l'OPROVIA le "LABORATOIRE D'ANALYSE DE QUALITÉ DES PRODUITS VIVRIERS". Ce Laboratoire fonctionne bien et comprend 3 sections qui s'occupent de

- les analyses routinières de la qualité physique des grains et des études qui se rapportent à l'identification des insectes et des moisissures de stockage ;
- l'évaluation des qualités sensorielles des produits alimentaires
- des techniques et méthodes alternatives de stockage.

Il rend de nombreux services aux opérateurs du domaine post-récolte dont l'OPROVIA, les coopératives, les industries alimentaires, les commerçants de grains, les groupements de producteurs et même les producteurs individuels.

Grâce à ce Laboratoire, une meilleure compréhension des problèmes existants aux différents niveaux de stockage au Rwanda a été acquise. En même temps plusieurs solutions ont été testées à une échelle pilote.

En général, les pertes de stockage sont en moyenne moins élevées que celles auxquelles on s'attendait. La moyenne nationale des pertes de stockage est de 3%. Cependant, on a rencontré de nombreux cas individuels où les pertes étaient considérables. Ci-après, les principales observations et recommandations à chaque niveau de stockage.

V.2. Stockage à la ferme

- Les résultats des essais d'évaluation du pouvoir insecticide des plantes locales ont été très encourageants. Elles se sont montrées efficaces contre les insectes de stockage courants. Les essais ont porté sur six plantes : *Tetradentia riparia*, *Chenopodium schraderanum*,

Ocimum kilimansharicum, *Ocimum canum sinus*, *Capsicum frutescens*, *Neem*, et le Pyrethre. Ces plantes peuvent diminuer à l'avenir les importations des produits chimiques conventionnels. Ce qui représente une économie de devises et moins de risques à l'utilisation.

- Des tests sur le stockage en fosse ont très bien réussi et les perspectives d'avenir de cette nouvelle méthode de stockage en milieu rural au Rwanda semblent très prometteuses. Cette technique pourrait également jouer un rôle particulier dans la constitution d'un stock de sécurité, organisé d'une façon décentralisée au niveau des groupements de producteurs.
- L'enquête effectuée dans les stocks de maïs chez les producteurs à l'aide des pièges à phéromoses a montré que les *Prostephanus truncatus* n'est pas encore arrivé au Rwanda. Cet insecte fait pourtant des ravages en Tanzanie, pays voisin du Rwanda.
- D'autres moyens comme le pot de terre cuite, les fûts plastiques et métalliques et autres, ont été également testés surtout au niveau individuel. Ils se sont avérés nettement plus performants que les structures traditionnelles (greniers, paniers etc...) qui prédominent en milieu rural dans les régions de l'Afrique Centrale.

V.3. Stockage au niveau des coopératives

Les études ont montré que c'est au niveau du stockage coopératif qu'existent les cas de pertes les plus dramatiques, essentiellement à cause d'un manque presque total d'un système de suivi des stocks pendant leur période d'emmagasinage. Les insectes et les champignons sont les causes principales des dégâts dans les deux structures. Les rongeurs posent également un problème dans les hangars. Les insectes sont en général, contrôlés par une application d'un insecticide au moment de la réception des produits et la fumigation pendant le stockage. Les quantités d'insecticide appliquées sont souvent plus faibles que les doses recommandées et mal distribuées dans les stocks, ce qui rend ces traitements peu efficaces. En plus, en utilisant seulement, un ou deux insecticides, ce système de contrôle comporte des risques sérieux en ce qui concerne le développement d'une résistance des insectes à ces produits.

D'ailleurs, des observations faites dans les stocks de recherche à long terme ont indiqué clairement que cette évolution était déjà en cours.

Les champignons se développent uniquement dans des environnements relativement humides. Bien que les gérants des coopératives soient conscients que seuls les produits secs permettent un stockage sûr, ils ont très peu de possibilités de lutte contre l'humidité qui s'infiltré dans le silo de l'extérieur. Les enquêtes et les visites de consultation effectuées par l'équipe de recherche indiquent que pas mal de situation peuvent être corrigées avec relativement peu de frais.

Evidemment, le manque de tout système de contrôle et de suivi intensifie les problèmes. Les gérants n'ont ni la formation, ni l'équipement nécessaire permettant un suivi convenable des stocks. En plus, la conception de ces silos empêche un échantillonnage efficace. Le projet a déterminé l'équipement technique minimum dont doit disposer une coopérative de stockage. L'équipe du projet fournit également la formation en stockage aux intéressés qui en font la demande.

Pour être plus viables, les coopératives devraient écouler leurs stocks plus fréquemment. Cependant, les opérations de chargement et déchargement des silos sont très laborieuses et prennent beaucoup de temps à cause des structures mal conçues. Le projet a développé et fabriqué

un appareil assez simple pour faciliter le déchargement des silos. Avec cet appareil, on atteint un taux de déchargement beaucoup plus élevé qu'avec la méthode traditionnelle. Il consiste, en bref, en une tarière manuelle, insérée dans le tuyau de vidange du silo.

Il a été estimé que, avec cet appareil, une équipe de deux personnes pourrait décharger de 6 à 8 tonnes de haricots par jour et les préparer pour leur expédition, y compris la standardisation des sacs.

V.4. Stockage au niveau des commerçants

Les commerçants privés constituent un élément important dans les circuits commerciaux des grains au Rwanda. Par rapport à d'autres niveaux de stockage (producteurs, coopératives, OPROVIA), peu de renseignements précis sont disponibles sur les méthodes, conditions, et problèmes de stockage chez les commerçants.

Des observations pendant plusieurs visites et des analyses d'un certain nombre d'échantillons de grains au cours des trois dernières années, en plus d'une enquête récente auprès d'une trentaine de commerçants, ont fourni des informations préliminaires. Elles indiquent que les conditions de stockage sont loin de l'idéal, et que des pertes substantielles ont été encourues dans certains cas.

V.5. Stockage au niveau de l'OPROVIA

Les problèmes principaux qui existent au niveau de l'OPROVIA sont le durcissement et la décoloration des haricots après 8 mois de stockage. Des résultats de recherche montrent que les problèmes de durcissement et de changement de couleur du haricot sont évités ou minimisés si l'on stocke des haricots très secs (teneur en eau comprise entre 10 et 13 %). Dans ces conditions, il est possible de stocker pendant deux ans sans durcissement ni changement de couleur même si les températures sont élevées. Cependant, aucun entrepôt dans le pays ne dispose d'équipement de séchage. Or, il est très difficile d'atteindre la gamme des teneurs en eau optimales par le séchage naturel au soleil surtout que la principale saison de récolte se situe à une période où les conditions climatiques du pays ne sont pas favorables au bon séchage (décembre-janvier). Il faudrait donc améliorer les techniques de séchage en milieu rural au niveau des producteurs car l'installation des séchoirs de grandes capacités à l'OPROVIA risquerait d'aboutir à un prix de revient élevé préjudiciable à l'écoulement des stocks séchés. Des expériences de séchage à l'air ambiant dans les silos métalliques se sont révélées prometteuses sur le plan technique et économique mais la technique a l'inconvénient de mettre trop de temps pour sécher, ce qui limite son efficacité lors des campagnes d'achat. Les résultats de recherche montrent aussi que les problèmes liés au stockage du haricot sont également évités ou minimisés à basses températures. Ces problèmes sont largement atténués dans les stocks situés en haute altitude où les températures sont relativement basses par rapport à d'autres régions.

La basse température retarde aussi le développement des insectes. Malheureusement la concentration des stocks à cet endroit est économiquement difficile à recommander à cause des coûts de transports vers les autres régions. Il faudrait réduire les charges thermiques dans les entrepôts de l'OPROVIA en prévoyant une couche isolante sous les toitures et en améliorant leur ventilation générale.

La conservation des haricots au Rwanda est encore rendue plus difficile par la multiplicité des variétés rencontrées dans les mélanges sur les marchés locaux et chez les producteurs comme mentionné dans le point 2.2. La spécialisation régionale des cultures pourrait aider à résoudre ce problème car on aurait affaire à des variétés individuelles.

La stockabilité et l'aptitude à la cuisson devraient être incorporées dans les critères de sélection pour le développement et l'amélioration de nouvelles variétés de haricot. Le projet a créé deux collections de nouvelles variétés de haricots. Le projet a également créé deux collections de référence des graines des 284 variétés : l'une à l'ISAR, l'autre à l'OPROVIA.

Elles constituent une source importante de germoplasme et ont été déjà utilisées dans le programme national d'amélioration de la culture du haricot. Le projet a imprimé et distribué le catalogue de ces 284 variétés.

Les résultats des tests de résistance aux insectes de stockage réalisé sur plus de 200 variétés différentes ont montré que des niveaux de résistance aux deux bruches (*Acanthoscelides obiectus* et *Zabrotes subfasciatus*) existent dans les haricots rwandais. Cependant, cette résistance n'est pas totale mais relative et semble d'un niveau trop bas pour qu'elle soit utilisée immédiatement comme telle, pour les producteurs, les coopératives ou l'OPROVIA. Etant donné que les variétés hautement résistantes ne sont pas encore trouvées et que la sélection doit viser en même temps la stockabilité et le rendement, un programme de vulgarisation de ces résultats préliminaires n'est pas encore lancé. Ils seront exploités par des sélectionneurs pour avoir des variétés à haut rendement et totalement résistantes.

V.6. Standards et normes de qualité

Une bonne partie de toutes les connaissances acquises au cours du projet a permis à l'équipe de recherche de développer et tester un système de standards et normes de qualité du haricot et du sorgho pour améliorer à la fois leur stockage et leur commercialisation. Un produit de bonne qualité initiale se conserve mieux et la bonne qualité devrait être récompensée par un bon prix sur le plan commercial. Les résultats des enquêtes ont révélé qu'un tel système est nécessaire et faisable au Rwanda. Dans un premier temps, le système devrait être appliqué aux transactions de l'OPROVIA et des coopératives où les fournisseurs seraient obligés de livrer la qualité demandée. Il y a lieu de rappeler surtout que son application implique la variation des prix en fonction de la qualité objective du produit offert, les critères et les normes de qualité étant connus de tous les opérateurs concernés. Ci-après les standards et normes développés par le projet pour le haricot.

Grade	Limites maximales en % de poids de :		
	Haricots endommagés	Matières étrangères Cailloux	Total
GOR N° 1	1.0	0.3	1.0
GOR N° 2	3.0	0.6	2.0
GOR N° 3	5.0	1.0	3.0

Le grade "sous standards" est attribué à un lot de haricots qui :

- ne satisfait pas aux exigences des grades GOR N°1, N°2 et N°3.
- a une odeur de moisi, de ranci, de fermenté, ou toute autre odeur indésirable (mauvaise odeur).
- a plus de 50 insectes (vivants ou morts) par kilo.

V.7. Transformation du haricot

Des expériences de transformation du haricot et du stockage sous forme autre que le grain sec ont été réalisées pendant 5 ans. Ces essais consistaient à vérifier la faisabilité technique, le niveau d'acceptabilité des produits obtenus par les consommateurs Rwandais ainsi que les durées de conservation escomptées.

Le projet a mis au point les produits suivants au niveau laboratoire :

a. Mise en boîte de haricots

- haricots verts mis en boîte
- haricots secs cuits mis en boîte

b. Farine de haricots

- farine de haricots décortiqués et grillés
- farine de haricots décortiqués
- farine de haricots décortiqués et précuits
- farine de haricots trempés et grillés
- farine de haricots précuits et séchés.

Ces farines sont utilisées comme liant de soupes diverses et comme sauce dans divers plats.

La faisabilité technique de ces produits s'est avérée intéressante avec des rendements allant de 80 à 100 %. Les produits mis au point sont largement appréciés par les consommateurs rwandais. Ils trouvent les produits à base de farines de haricots particulièrement indiqués pour les enfants à cause des facilités de digestion.

Les durées de conservation sont intéressantes car on est à 5 ans pour les haricots mis en boîtes et 3 ans pour les farines sans problèmes. Les farines doivent être très sèches (teneur en eau égale ou inférieure à 12 %).

VI. ÉTUDES PROGRAMMÉES

A partir de l'année 1990, on compte mettre l'accent sur les domaines suivants:

1 . Vulgarisation-formation

Il s'agira d'élaborer une stratégie d'application des résultats disponibles en réalisant des projets spécifiques de vulgarisation des techniques mises au point et testées et de formation du personnel d'encadrement technique local.

2 . Stockage souterrain du haricot

Il s'agira d'approfondir cette technique en évaluant les possibilités d'utilisation des matériels locaux et de réaliser un essai pilote dans 40 sites à travers le pays avant la phase de vulgarisation à grande échelle.

3 . Diversifier les utilisations du haricot

Il s'agira de poursuivre le développement de nouveaux produits à base du haricot.

4 . Études de faisabilité

Il s'agira de confectionner des dossiers techniques bancables de faisabilité économique des différents produits mis au point à l'échelle industrielle. (Unités de mise en boîtes de haricots et de production des différentes farines).

5 . Séchage du haricot

Il s'agira de poursuivre des recherches pour trouver et tester une technologie appropriée de séchage du haricot dans la région caractérisée par une humidité relative de l'air élevée.

6 . Stock alimentaire de sécurité

Il s'agira de définir la part à réserver au haricot dans le stock alimentaire de sécurité au Rwanda, d'étudier les alternatives de son stockage et de sa gestion technique et financière.

VII. CONCLUSION

Étant donné la place occupée par le haricot dans l'alimentation rwandaise, le pays lui consacre beaucoup d'efforts. Son réseau de stockage et de commercialisation est déjà très étendu à travers le pays, sa valorisation industrielle a été plus lente mais retient déjà l'attention des autorités et fait l'objet de recherches.

Cependant un certain nombre de problèmes restent posés à travers son système post-récolte. Le problème majeur est de pouvoir sécher le haricot jusqu'aux normes exigées pour le stockage de longue durée surtout dans les zones tropicales humides. La valorisation alimentaire est pratiquement inexistante en Afrique malgré ses potentialités technologiques. En dépit de l'importance de la production dans plusieurs pays la mise en commun des efforts et les échanges des résultats de recherche sur la technologie post-récolte du haricot sont limités. La création d'un réseau d'information à travers les pays producteurs est nécessaire pour une meilleure coordination des efforts et un meilleur suivi de l'évolution de ce domaine.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME 1986 a. Rapport annuel 1986 - Publication du Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts. Kigali, 1987.
- ANONYME. Inventaire des Variétés de Haricots cultivées au Rwanda, Kigali, Octobre 1986 b.
- ANONYME 1987 a. Étude sur les qualités sensorielles et l'aptitude des haricots à la cuisson. Kigali, Juin 1987 a.
- ANONYME 1987 b. Développement d'un système de standards et normes du haricot et du sorgho au Rwanda. Tome 1, Kigali, Septembre 1987.
- ANONYME 1987 c. Études des méthodes alternatives de stockage des grains au Rwanda. Kigali, Octobre 1987.
- ANONYME 1987 d. Étude de la résistance différentielle des variétés de haricots cultivées au Rwanda aux insectes de stockage. Kigali, Octobre 1987.
- ANONYME 1988. Enquête sur les conditions et les méthodes de stockage des grains au Rwanda. Kigali, Octobre 1988.
- DOUGHTY J. et WALKER A. 1982. Legumes in Human Nutrition. F.A.O Food and Nutrition Paper n° 20, Rome.
- STANTON W.R. 1970. Les légumineuses à grains en Afrique. F.A.O. Rome.

PARTIE 2

**BIOLOGIE
ET ÉCOLOGIE
DES STOCKS**

2.1. OBSERVATIONS PRÉLIMINAIRES SUR LA FLORE FONGIQUE DES SEMENCES D'ARACHIDE AU CAMEROUN

J. FOKO

Centre Universitaire de Dschang
Département de Protection des Végétaux
BP. 110 Dschang, Cameroun

Résumé

L'arachide (Arachis hypogaea L.) est l'une des principales plantes vivrières cultivées au Cameroun. Elle constitue une source non négligeable de protéines dans la ration alimentaire des populations et le niveau de consommation variable d'une région à l'autre demeure très important chez les populations islamisées du Nord du pays.

La production actuelle avoisine les 100 000 tonnes et une grande priorité est accordée à son accroissement.

Les contraintes sanitaires de divers ordres ont été signalées parmi les facteurs grèvant la productivité de cette légumineuse au Cameroun : les semences ayant un rôle épidémiologique non négligeable dans un grand nombre de maladies parasitaires des plantes cultivées, le présent travail se propose d'évaluer les modalités d'intervention des semences d'arachide dans la genèse des mycoses des cultures d'arachide au Cameroun, en vue de préconiser si nécessaire des méthodes d'amélioration de leur qualité sanitaire.

Les premiers résultats présentés portent essentiellement sur la composition de la flore fongique séminale.

I. INTRODUCTION

L'arachide (*Arachis hypogaea L.*) fait partie des principales productions végétales camerounaises. Les zones de grande production de cette légumineuse sont le Nord, l'Est, le Centre et les Hauts Plateaux de l'Ouest.

L'arachide rentre dans la plupart des régimes alimentaires des populations autochtones ; mais le niveau de consommation varie largement d'une région à l'autre, et est notamment très élevé chez les populations islamisées du Nord du pays. L'arachide est également cultivée à des fins industrielles (MBOLGA, 1983).

L'importance de cette culture dans l'économie nationale explique la priorité accordée à l'accroissement de sa production, à l'instar des céréales (ANONYME, 1981). Les semences utilisées par les producteurs sont soit des semences locales prélevées par les agriculteurs sur leur récolte, soit des semences améliorées, produites et distribuées par certaines stations de l'Institut de la Recherche Agronomique, ainsi que diverses sociétés de développement.

Aucune attention n'est accordée jusqu'à présent à la qualité sanitaire des diverses semences utilisées ; de ce fait, les modalités de leur intervention dans la genèse de diverses maladies des cultures d'arachide en champ sont encore mal connues.

L'objectif de cette étude préliminaire a été de dresser un inventaire des micromycètes parasites véhiculés par les semences d'arachide au Cameroun.

II. MÉTHODES EXPÉRIMENTALES

Matériel végétal utilisé :

Les échantillons ont été collectés dans les marchés périodiques des principales zones de production pour les semences locales, et dans les stations de recherche et les sociétés de développement pour les semences améliorées.

Les gousses collectées ont été conservées dans des sachets en papier à la température du laboratoire ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) jusqu'à l'analyse.

Méthodes d'identification :

Les graines sont incubées avec ou sans désinfection préalable. Deux milieux gélosés (Pomme de terre-dextose - Agar et Gzapek) simples ou supplémentés en amoxicilline sous forme de trihydrate à la concentration de 150 ppm ont été utilisés pour l'incubation des graines et l'isolement des espèces. Parallèlement des disques de papier filtre humidifié ont également servi comme substrat pour l'incubation des graines.

Les conditions d'incubation ont été diversifiées pour permettre la manifestation du plus grand nombre d'espèces fongiques séminales : incubation à la température du laboratoire ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) ; incubation après prétraitement des graines pendant 24 heures par le froid ($- 20^\circ\text{C}$) ; incubation sans illumination ou avec l'illumination des boîtes de pétri à l'aide d'une rampe de tubes fluorescents, et selon un cycle de 12 heures d'obscurité et 12 heures d'éclaircissement.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'analyse des résultats obtenus indique que la semence d'arachide peut héberger de nombreuses espèces fongiques. Au nombre de celles-ci figurent des parasites des cultures d'arachides, ainsi que divers champignons saprophytes appartenant à la mycoflore de champ ou de stockage (Tableau 1).

Les champignons parasites mis en évidence s'installent au cours du développement des gousses, et peuvent ensuite se conserver au niveau séminal, à l'état quiescent pendant des délais plus ou moins longs de stockage.

Tableau 1 : Inventaire et caractéristiques biologiques des espèces fongiques contaminant les semences d'arachide au Cameroun.

Espèce fongique	Parasites des cultures d'arachide	Saprophytes divers ou organismes à pouvoir pathogène non élucidé	Incidence des espèces
SIPHOMYCETES			
- <i>Rhizophus nigricans</i>	+ (1)	-	+
ASCOMYCETES			
- <i>Calonectria crotolariae</i>	+	-	+
- <i>Sclerotinia minor</i>	+	-	+
ADELOMYCETES			
- <i>Aspergillus flavus</i> *	-(2)	+	+
- <i>Aspergillus niger</i> *	-	+	+
- <i>Aspergillus sp</i> *	-	+	+
- <i>Botryodiplodia theobromae</i>	+	-	++
- <i>Cephalosporium sp.</i>	-	+	+
- <i>Cladosporium sp.</i>	-	+	+
- <i>Colletotrichum dematium</i>	+	-	+
- <i>Fusarium equiseti</i>	-	+	++
- <i>Fusarium solani</i>	+	-	+
- <i>Fusarium semitectum</i>	-	+	+
- <i>Fusarium sp</i>	-	+	+
- <i>Gliocladium sp.</i>	-	+	+
- <i>Macrophomina phaseoli</i>	-	+	++
- <i>Pestalotiopsis sp.</i>	-	+	+
- <i>Rhizoctonia solani</i>	+	-	+
- <i>Sclerotium bataticola</i>	+	-	++
- <i>Sclerotium rolfsii</i>	+	-	+
- <i>Trichoderma sp.</i>	-	+	+
- <i>Verticillium sp.</i>	-	+	+
* Mycoflore de stockage			
(1) Espèce fongique pourvue de l'aptitude considérée			
(2) Espèce fongique dépourvue de l'aptitude considérée			
(+) Faible prévalence de l'espèce fongique (présence sur moins de 5% des graines)			
(++) Forte prévalence de l'espèce fongique (présence sur 5 - 20% de graines).			

La majorité de ces espèces parasites persistent d'ailleurs pendant toute l'intersaison, aussi bien dans les régions pratiquant deux cultures que dans celles effectuant une seule culture annuelle d'arachide. Cela correspond dans ce dernier cas, à une persistance des espèces fongiques pendant plus de huit mois au niveau séminal.

Parmi le cortège d'espèce parasites recensés, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium bataticola* et *Sclerotinia minor* peuvent s'attaquer à tous les organes de la plante (ROGER, 1951 ; GILLIER et SYLVESTRE, 1969 ; MORRIS PORTER et al., 1984). *Botryodiplodia theobromae* et *Sclerotium rolfsii* se développent de préférence aux dépens des organes aériens (WOMACK et al 1981 ; MORRIS PORTER et al, 1984) ; alors que *Colonectria crotalariae* (*Cylindrocladium crotalariae*) et *Fusarium solani* sont surtout des parasites d'organes souterrains (WOMACK et al, 1981) ; *Rhizopus nigricans* provoque des fontes de semis en préémergence (GILLIER et SYLVESTRE, 1969).

Certains de ces micromycètes ont été signalés sur les semences d'arachide dans divers pays africains producteurs de cette légumineuse et notamment au Nigéria (Mc DONALD, 1970 ; OFUNDA, 1979), et au Sénégal (WALIYAR, 1979 ; 1984).

Quelques espèces constituées de *Botryodiplodia theobromae*, et *Macrophomina phaseoli* sont largement distribuées dans les lots de semences de diverses provenances, et peuvent être considérées comme des espèces fongiques courantes des semences camerounaises d'arachide. En revanche *S. minor* n'a été observé que sur quelques lots de semences provenant des Hauts Plateaux. Il serait cependant prématuré de conclure à l'existence d'une spécificité dans la répartition spatiale de la spermo flore fongique parasite ; les analyses devraient être poursuivies pendant plusieurs saisons de culture en vue de préciser cette observation.

IV. CONCLUSION

Les semences camerounaises d'arachide véhiculent un grand nombre d'espèces fongiques parasites qui déprécient de façon notable leur qualité sanitaire. Bien que l'incidence de cet inoculum séminal sur les performances des cultures camerounaises d'arachide soit encore mal connue, les efforts d'amélioration de la productivité de cette légumineuse devraient intégrer progressivement les analyses sanitaires. Celles-ci devraient permettre de produire et de distribuer les semences de qualité qui constituent un des principaux facteurs d'amélioration du rendement des productions végétales.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME. - (1981). Extrait du Vè Plan Quinquenal de Développement. Plan Semencier MINAGRI et MIDEVIV, Yaoundé.
- GILLIER P. et SYLVESTRE P. - (1969). l'arachide G.P. Maisonneuve et Larose, Limoges.
- MBALDA P. - (1983). La production de semences d'arachide dans le cadre du Projet Semencier Nord. Séminaire National sur les semences. 21 Novembre au 2 Decembre 1983, Yaoundé.
- Mc DONALD D. - (1970). Fungi associated with fruit of *Arachis hypogaea* L. Ph. D. Thesis, Ahmadu Bello Univ., Zaria.

- MORRIS PORTER D., DONALD H.S. et RODRIGUEZ CABANA R. - (1984). Compendium of peanut diseases. The American Phytopathological Society, Texas A and M. University.
- OFUNDA S.A. - (1979). *Fusarium* species associated with groundnut fruit and soil in Nigeria. Trans. Brit. Mycol. Soc. 72 : 342 - 344.
- ROGER L. (1951). *Phytopathologie des pays chauds*. Paul Lechevalier, Paris.
- WALIYAR FARID et ROQUEBERT M.F. - (1979). Microflore des gousses et graines d'arachide au Sénégal. Rev. de Mycol. 43 : 169 - 186.
- WALIYAR FARID. - (1984). Etude comparative de l'évolution de la mycoflore rhyzosphérique de deux variétés d'arachide (*Arachis hypogaea* L.) au Sénégal. Thèse Doctorat 3e cycle, Université P. et M. Curie, Paris.
- WOMACK H. FRENCH J.C., JOHNSON F.A., THOMPSON S.S. and SWANN C.W. - (1981). Peanut pest management. Cooperative Extension service. The University of Georgia.

2.2. LES AFFECTATIONS POST-RÉCOLTE DUES AUX MICROORGANISMES FONGIQUES OBSERVÉES AU CONGO SUR TUBERCULES ET MAÏS

MAKAMBILA C. et LOUBANA P.M.

Laboratoire de Phytopathologie
Faculté des Sciences BP 69
Brazzaville, République Populaire du Congo

Résumé

*Les études entreprises au Congo sur les principales spéculations agricoles après leur récolte montrent que les microorganismes jouent un rôle important : On constate que 50% des tubercules de pomme de terre pourrissent sous l'action de *Fusarium* (*F. Solani* et *F. Oxysporum*) les cossettes de manioc, font l'objet d'attaque des moisissures dont *Penicillium* et *Aspergillus* le maïs est affecté non seulement au cours du stockage, mais pendant sa transfiguration par *Mucor mucedo* les *Aspergillus* dont *A. Niger*, *A. flavus*, et *A. tirricola* et des *Penicillium* encore indéterminés.*

I. INTRODUCTION

Les contraintes phytosanitaires, responsables en partie d'une baisse de la production agricole au Congo, peuvent être reparties en deux groupes. Les premières affectent la plante ou le fruit avant sa maturation, et les seconds interviennent après la récolte et principalement pendant la conservation. Ce sont des affectations post-récolte actuellement connues au Congo sur les tubercules et racines (manioc et pomme de terre) et sur les grains, notamment le maïs. Sur chacune de ces trois spéculations, les microorganismes fongiques infligent des dégâts dont l'importance varie d'une culture à une autre. Les différentes études entreprises sur ce type d'affectations, ainsi que les résultats déjà obtenus sont présentés dans cette communication.

II. ÉTUDE DE QUELQUES AFFECTATIONS POST-RÉCOLTE

II.1. AFFECTATIONS POST-RÉCOLTE SUR POMME DE TERRE

La pomme de terre est cultivée au Congo dans la région des Plateaux et sa commercialisation est principalement assurée par l'Office des cultures vivrières (O.C.V.).

Les plus grandes pertes sont enregistrées pendant le stockage des tubercules à Brazzaville. Occasionnées par la pourriture, elles sont annuellement estimées en moyenne à 50%, voire même plus. De 1979 à 1987, le pourcentage des pertes enregistrées à l'O.C.V. est compris entre 30 et 78%.

Tableau I : Pertes (en %) occasionnées par la pourriture à *Fusarium* auprès de l'O.V.V. de 1983 à 1986.

Années	Quantités achetées	Pertes en %
1983	461,7	53,9%
1984	508,8	65,2%
1985	257,8	32,1%
1986	326,7	66,1%

Sources : Office des cultures vivrières (O.C.V.)

Le symptôme caractéristique de cette affection est une pourriture du tubercule entraînant une nécrose profonde ou superficielle des tissus. Cette nécrose se recouvre d'un feutrage mycelien en présence d'un taux d'humidité élevé. L'intérieur du tubercule se décompose par la suite et le tubercule devient inapte à la consommation. L'agent pathogène est un champignon appartenant au genre *Fusarium*.

Notons que les microconidies et les macroconidies assurent la propagation de l'agent pathogène et l'infection des tubercules. Les chlamydozoospores assurent principalement la conservation des agents pathogènes dans le sol. Elles contribuent aussi à l'infection des tubercules en présence des blessures, après leur germination.

Tests de sensibilité de l'agent pathogène vis-à-vis de quelques fongicides

Devant l'importance des dégâts, des fongicides ont été testés *in vitro* (en milieu de culture) pour tenter d'obtenir des inhibitions de la croissance mycelienne de l'agent pathogène, ou *in situ* (sur des tubercules de pomme de terre) pour tenter d'obtenir une inhibition de la formation des nécroses, en vue d'une lutte contre le parasite.

a. Caractéristiques des fongicides testés *in vitro* et *in situ*

Cinq fongicides appartenant au groupe des Carbamates et des dicarboximides ont été testés vis-à-vis des agents pathogènes.

Dans le groupe des Carbamates, nous avons respectivement testés quatre fongicides. Ce sont le Benlate, le Thiabendazole, le Rendiasan, et le Cynèbe. Dans le groupe des dicarboximides, nous avons testé un seul fongicide, il s'agit de l'Orthodifolatan (Captafol).

b. Résultats des tests réalisés *in vitro*

Au cours de cette étude, le fongicide est additionné au milieu de culture (malt 1% gelose à 14g/l) selon la concentration présentée par le fabricant. Onensemence secondairement l'agent pathogène sur le milieu de culture et l'on réalise pendant une semaine, des mensurations de la croissance mycelienne des thalles. Des cultures témoins sont réalisées sur un milieu à 1% et gelosé à 14g/l, ne comportent pas de fongicides. Les résultats obtenus montrent que les concentrations prescrites par le fabricant ne provoquent pas une inhibition de la croissance mycelienne. Une efficacité maximale des fongicides testés est obtenue en augmentant la concentration de 100% pour le benlate, et le crynèbe, et de 25% pour le thiabendazole et le rhodiasan.

c. Résultats des test réalisés *in situ*

Au cours de cette étude, le fongicide est apporté sur le tubercule par trempage de celui-ci dans un bain pendant une minute. Après ce trempage, les tubercules sont secondairement inoculés artificiellement par une suspension conidienne provenant d'une culture de l'agent pathogène, puis incubés en présence d'un taux d'humidité relative élevé et à 26°C. Une fois de plus, les concentrations utilisées dans les bains de trempage sont celles qui sont prescrites par le fabricant.

Les résultats obtenus montrent que la formation des symptômes (nécroses) est complètement inhibée en présence de l'Orthodifolatan. Les tubercules traités avec les autres fongicides développent des nécroses dont le diamètre moyen varie d'un fongicide à un autre. Des inhibitions totales pourraient être obtenues par une augmentation de la concentration en benlate et en thiabendazole.

II.2. LES AFFECTATIONS POST-RÉCOLTE OBSERVÉES SUR MANIOC AU COURS DU SÉCHAGE

Nos observations ont porté sur les cossettes de manioc préalablement rouies et destinées après séchage à la préparation de la farine du "Foufou". Les cossettes séchées, à l'air libre, sont par la suite écrasées au moulin afin d'obtenir une farine très consommée. La pollution des cossettes de manioc s'effectue le plus souvent en période humide, au cours de leur séchage.

1. Microorganismes fongiques dénombrés

Des cossettes recouvertes de moisissures ont été prélevées à Brazzaville à différents points où sont implantés des "moulins à Foufou". A partir de ces cossettes des isollements ont été réalisés sur un milieu de culture dont la composition par litre est suivante :

Malt	: 10g
Gelose (Agar Agar)	: 14g
Eau bidistillée	: 1000 ml.

Les microorganismes fongiques obtenus appartiennent aux classes des Zygomycètes et des Ascomycètes.

a. Classe de Zygomycètes. Les champignons isolés appartiennent à la famille des Mucorales. Il s'agit de *Mucor mucedo* caractérisé par des conidiophores ou sporocystophores non ramifiés.

b. Classe des Ascomycètes. Les champignons Ascomycètes isolés appartiennent à la sous classe de Pyrénomycètes. Ce sont :

c. Les *pénicillium*, caractérisés par des conidiophores qui portent directement des phialides disposées par groupes. Les conidies sont situées à l'extrémité des phialides.

d. Les *Aspergillus*. Ce genre se caractérise par des conidiophores disposés en rameaux. Chaque rameau de conidiophore se termine par une tête globuleuse, garnie de phialides produisant chacune un chapelet de conidies sèches, pulvérulentes.

Les différentes espèces d'*Aspergillus* présentes sur les cossettes de manioc n'ont pas encore été déterminées.

2. Importance de la pollution de la farine de manioc par les moisissures au Congo.

Le travail a consisté à étudier le taux de pollution (par les champignons ci-dessus cités) des cossettes de manioc séchées prêtes à être transformées en farine de manioc (Foufou) ou à rechercher les organes de reproduction asexués (conidies) dans cette farine de manioc vendues dans les marchés de Brazzaville.

Les cossettes envahies par les moisissures sont facilement reconnaissables par leur coloration. Celles-ci se teintent en brun noirâtre ou verdâtre, coloration traduisant une présence des moisissures.

Pour retrouver une présence des organes de reproduction asexuée dans la farine de manioc, nous avons soit ensemencé de petites quantités de cette farine (1 à 2 g) sur un milieu de culture (malt 1% gelosé à 14g/l), ou réalisé plusieurs dilutions à partir de 5g de farine de manioc mélangés à 45 ml d'eau. Pour chaque dilution réalisée, nous avons ensemencé sur le milieu ci-dessus cité, une quantité équivalente à 1 ml/dilution. Les résultats obtenus montrent l'importance de cette pollution aussi bien au niveau des cossettes que dans la farine consommée.

Tableau II: Etude de la pollution des cossettes de manioc séchées et de la farine de manioc (Foutou) par les microorganismes fongiques

Nature du produit	Cossettes de manioc	Farine de manioc
Nombre d'échantillons	62	35
Nombre d'échantillons pollués	38	29
Pourcentage d'échantillons pollués	61%	83%

II.3. LES AFFECTATIONS POST-RÉCOLTE OBSERVÉES SUR LE MAÏS AU COURS DE LA CONSERVATION ET DE LA TRANSFORMATION

La transformation du maïs au Congo conduit à deux produits :

- une pâte blanche obtenue après transformation à partir des grains de maïs hydratés et écrasés au moulin, pâte très consommée aussi bien par les personnes âgées que par les enfants;
- un aliment de bétail obtenu par transformation du maïs stockés dans des silos par la société de fabrication d'aliments de bétail.

Les travaux sur l'importance de la pollution par les microorganismes fongiques, ont été réalisés sur le maïs stocké dans des silos métalliques ou sur le produit fini, c'est-à-dire l'aliment commercialisé.

1) Mise en évidence d'une présence de microorganismes fongiques

Des prélèvements de grains de maïs dans les silos, et de petites quantités de farine à différents stades de la transformation, jusqu'au produit fini, ont été réalisés. L'isolement des microorganismes à partir de ces échantillons est réalisé selon la même méthodologie que précédemment (ensemencement des grains de maïs sur milieu malté à 1% et gelosé à 14g/l, ou par préparation des dilutions (10^{-1} 10^{-6}).

Toutes les cultures obtenues à partir de ces ensemencements mettent en évidence une présence des microorganismes. Ceux-ci sont présents sur le maïs stocké dans les silos, dans la farine prélevée à différents stades de la transformation, et enfin dans l'aliment fini. Les résultats obtenus mettent en évidence une présence de microorganismes fongiques.

2) Microorganismes inventoriés

Classe des Zygomycètes : *Mucor mucedo*

Les caractéristiques des organes de reproduction asexuée ont été décrites ci-dessus.

Classe des Ascomycètes :

- a) genre *Aspergillus*
 - *Aspergillus niger*
 - *Aspergillus flavus*
 - *Aspergillus tirricola*

L'étude réalisée sur la morphologie des thalles notamment la pigmentation et sur celle des conidies, montre que ces différentes espèces diffèrent par la pigmentation des thalles et par les dimensions des organes de reproduction asexuée.

b) Genre *Penicillium*. Plusieurs thalles ont été isolés. Ceux-ci sont en train d'être déterminée afin de reconnaître les différentes espèces.

III. DISCUSSION ET CONCLUSION

Les problèmes posés actuellement au Congo par les affectations post-récolte observées sur un certain nombre de cultures notamment les tubercules (pomme de terre et farine de manioc ou fufou) et les céréales, principalement le maïs, sont importants. Les dégâts causés par la pourriture à *Fusarium* pendant la conservation de la pomme de terre, la mauvaise qualité de certains aliments consommés (farine de manioc et aliment de bétail), pollués par divers microorganismes, sont là des paramètres qui devraient nous inciter à entreprendre une recherche dans ces domaines, et dont le principal objectif serait l'amélioration de la qualité des aliments consommés après conservation.

Les résultats obtenus à partir de l'étude de la pourriture de la pomme de terre nous ont permis d'obtenir quelques résultats qui pourraient être exploités dans le cadre d'une mise en place d'une stratégie de la lutte contre cette affection. Ces résultats sont les suivants :

a) la pourriture est causée par des champignons telluriques (genre *Fusarium*) dont le pouvoir pathogène varie d'un isolat à un autre. Ces résultats ont aussi été obtenus par TIVOLI, CORBIERRE, et JOUAN, (1983); LIDDELL, (1985) et MESTERHAZY (1984) et par TIVOLI, JOUAN, et LEMARCHAND, (1983).

b) la température et l'humidité relatives sont deux paramètres importants pour le développement de la pourriture de la pomme de terre. Certaines valeurs sont défavorables au développement de cette pourriture alors que d'autres le favorisent. Ces résultats ont été obtenus aussi par SMILEY, et THOMPSON, (1985); LIDDELL et al. (1986); TRIMBOLI, D.S. et BURGESS, L.W. (1983, 1985); HUANG, J.W. and SUN, S.K. (1978) et TURKENSTEEN, L.J. (1986).

c) la pénétration de l'agent pathogène dans les tissus du tubercule se fait par des ouvertures résultant des blessures occasionnées sur le tubercule par divers agents.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- H. des ABBAYES, M. CHADEFAUD, J. FELDMANN, Y. de FERRE, H. GAUSSEN, P.P. GRASSE, A.R. PREVVT 1978. In. Précis de botanique : Végétaux inférieurs 2ème édition ed. Masson Paris New York Barcelone Milan ; P 482.
- HUANG, J.W. and SUN S.K. ; 1978 - Factors affecting survival of watermelon wilt pathogen, *Fusarium oxysporum* (S. CHL.) *F. sp. niveum* (E.F.SM) SNIDER and HANSEN, in soils. Plant prot. Bull. 20 n°1 : 56-66
- LIDDELL, C.M. 1985. The comparative pathogenicity of *F. graminearum* Group 1 *F. culmorum* et *F. crookwellense* as crown, foot and root rot pathogens of wheat. Australasian plants pathols. 14 n°2 : 29-31
- LIDDELL, C.M. ; BURGESS, L.W. ; TAYLOR, P.W.J. 1986 - Reproduction of crown rot of wheat caused by *F. graminearum* Groupe 1 in greenhouse. Plant disease 70 : 632-635.
- MESTERHAZY, A - 1984. A laboratory method to predict pathogenicity of *Fusarium graminearum* in field and resistance of wheat to scab. Acta phytopathologica academiae scientiarum Hungariae 19 (3-4) : 205 - 218.
- REUST, W - 1984 - Dégâts et maladies de conservation, cours International sur la production de la pomme de terre C.P. R.A. SAIDA - TUNISIE, 14 pp.
- SMILEY, R.W. and THOMPSON, D.C. - 1985 - Soil and atmospheric moistures associated with *Fusarium* crown rot and leaf blight of *poa pratensis*. Plant Dis. 69 : 294-297.
- STUTZ, J.C. ; LEATH, K.T. and KENDALL, W.A. - 1985 - Wound related modifications of penetrations, development and root rot by *F. roseum* in forage legumes phytopathology 25 : 920-924
- TIVOLI, B. et JOUAN, B. 1981 - Inventaire, fréquence et agressivité des différentes variétés de *Fusarium* responsables de la pourriture sèche des tubercules de pomme de terre.
- TIVOLI, B. ; CORBIERRE, R. et JOUAN, B. - 1983 - Influence de la température et de l'humidité sur le comportement dans le sol de 3 espèces ou variétés de *Fusarium* responsables de la pourriture sèche des tubercules de pomme de terre. Agrocronomie 3 (10) : 1001-1009.
- TIVOLI, B. ; JOUAN, B. et LEMARCHAND, E. 1983. Etude des facteurs modifiant la mesure du potentiel infectieux des sols infectés par les *Fusarium* responsables de la pourriture sèche des tubercules de pomme de terre.
- TIVOLI, B. ; ABDOL RAZZAQ, K. JOUAN B. et LEMARCHAND, E. - 1986. Etude comparée des capacités infectueuses de différentes espèces ou variétés de *Fusarium* responsable de la pourriture sèche des tubercules de pomme de terre. Potato Research 29 : 13-32.
- TIVOLI, B. ; JOUAN, B. et LEMARCHAND, E. 1986 - Etude de la transmission à la descendance des différentes espèces ou variétés de *Fusarium* responsables de la pourriture sèche des tubercules de pomme de terre : rôle du tubercule de semence du sol et de la plante. Potato Research 29 : 141-162
- TRIMBOLI, D.S. and BURGESS, L.W. 1983. Reproduction of *F. moniliforme* basal stalk rot and root rot of grain sorghum in the greenhouse. Plant Dis. 67 : 801-894
- TRIMBOLI, D.S. and BURGESS, L.W. 1985. Fungi associated with basal stalk rot and rot of dryland grain sorghum in New south wales. Plant protection quarterly 1 (1) : 1 - 9
- TURKENSTEEN, L.J. 1986. Survey on bacterial and fungal potato diseases in the hilly arvas of Pakistan. August-september 1985. Pak-SWISS potato development project C/O Pakistan agricultural Research council (PARC) P.O. Box 1031, Islamabad, Pakistan 41 pp.

2.3. EFFET DE L'ACIDE PROPIONIQUE ET DE LA DURÉE DE CONSERVATION SUR LA TENEUR EN AFLATOXINE B1 D'UN ALIMENT DE VOLAILLE

APHING-KOUASSI Nicole
Laboratoire Central de Nutrition Animale
06 B.P. 353 Abidjan 06 Côte d'Ivoire

Résumé

L'acide propionique ("Monoprop") a été incorporé à la dose de 0,6% dans un aliment pour poulettes ainsi que dans du maïs et du tourteau de coprah broyés. Les produits sont conservés pendant 8 mois dans un magasin aéré. Les résultats partiels après 4 mois de conservation montrent un effet positif du fongicide dans tous les produits, effet moins net dans le tourteau de coprah. Une baisse des teneurs d'aflatoxine B1 a été observée à partir du 3ème mois de conservation, dans les produits traités ou non. Au niveau de la valeur nutritive, le tourteau de coprah montre une chute du taux d'extractif non azoté. L'aliment de volaille et le maïs présentent aussi une chute de leur taux de matière grasse. Cet essai n'ayant pas atteint son terme et l'analyse statistique n'ayant pas encore été réalisée, nous ne pouvons que présager un effet significatif du fongicide dans nos conditions expérimentales et la confirmation de la baisse des teneurs en aflatoxine B1 après 3 mois de conservation.

I. INTRODUCTION

L'aflatoxine B1 est une mycotoxine cancérigène synthétisée par les moisissures *Aspergillus flavus* et *A. parasiticus* souvent classées comme des champignons de stockage qui altèrent la qualité post-récolte des produits alimentaires de l'homme et du bétail.

Certaines mesures préventives d'intervention existent telles que des méthodes culturales, des méthodes de stockage, une détection rapide et l'élimination des produits contaminés, l'utilisation de fongicides. C'est en vue d'obtenir d'autres mesures préventives que se situe le présent essai mené depuis 4 mois.

Wilcox et al (1972) et Sauer (1973) ont rapporté que l'acide propionique et ses sels dérivés semblaient être les fongicides le plus efficaces. L'acide propionique serait supérieur au propionate de calcium, au propionate de sodium, à l'acide sorbique, au sorbate de potassium et à l'acide acétique (Sauer, 1973).

D'autres auteurs ont affirmé que l'acide propionique était le seul composé empêchant la croissance d'*A. flavus* et d'*A. parasiticus* (STEWART et al, 1977) VILA (1986) a observé que le propionate de calcium à la dose de 0,06% n'avait pas eu d'effet significatif sur la teneur en aflatoxine B1 d'un aliment de volaille en magasin pendant 5 mois. Le fongicide n'a eu d'action significative qu'en magasin climatisé. ASHWORTH et al (1965), ont observé que certaines moisissures comprenant *A. niger* et *A. flavus* se développant sur un substrat liquide ou sur des arachides contenant des aflatoxines, réduisant la quantité d'aflatoxine B1 originellement présente. Quelques années plus tard, CIEGLER et al (1966), DOYLE et MARTH (1978) ont observé aussi le même phénomène.

WALTKING (1971) a remarqué une baisse de la teneur en aflatoxine du beurre d'arachide après 1 an de conservation. VILA, (1986) a noté une baisse de la teneur en aflatoxine B1 d'un aliment de volaille et de ses matières premières les plus contaminées (maïs et tourteau de coprah) après 3 mois de conservation.

Les différents résultats et observations donnés par ces auteurs nous ont amené à réaliser cet essai où l'acide propionique sera utilisé sous la forme d'un produit appelé "Monoprop" agissant par fumigation et où la baisse des teneurs en aflatoxines B1, observée pourrait être confirmée.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'acide propionique "Monoprop" a été incorporé à la dose de 0,0 et 0,6% dans un aliment pour poulettes ainsi que dans du maïs et du tourteau de coprah broyés, matières premières de l'aliment s'étant révélées les plus contaminées au cours d'une étude antérieure. L'aliment et les deux matières premières sont conservés pour 8 mois dans un magasin aéré dont l'humidité relative et la température ambiante sont journalièrement relevées. Quatre échantillons par produit et par traitement ont été prélevés en début d'expérience et chaque mois pour la détermination de l'humidité, de la valeur nutritive et de l'aflatoxine B1. Toutes les analyses ont été effectuées au LACENA. La détermination de l'aflatoxine B1 a été faite par chromatographie liquide haute performance. Le mode opératoire est décrit en annexe.

III. RÉSULTATS

La température ambiante et l'humidité relative moyenne enregistrées durant les 4 mois sont 26,60°C et 84,91%, conditions optimales pour la croissance d'*Aspergillus flavus*, d'*A. parasiticus* et la production d'aflatoxine (DIENER et DAVIS, 1986; SAUER, 1986; 1986 VAN WALBEEH et al, 1969).

Les valeurs moyennes des teneurs en aflatoxine B1 obtenues pour les différents produits sont consignées dans le tableau I. Nous remarquons un effet positif du fongicide dans tous les produits jusqu'au 4ème mois de conservation. La différence moyenne des teneurs entre le produit non traité et le produit traité est d'environ 0,014 mg/kg d'aflatoxine B1 pour l'aliment de volaille et de 0,12 mg/kg pour le maïs broyé. Nous remarquons aussi que les teneurs en aflatoxine B1 augmentent beaucoup moins rapidement dans les produits traités que ceux non traités. L'effet du fongicide dans le tourteau de coprah broyé est moins net que dans les autres produits.

Tableau I : Influence de l'acide propionique (1) et de la durée de conservation sur la teneur en aflatoxine B1 d'un aliment de volaille et de deux de ses matières premières (mg/kg ou P.P. m.) (2)

Durée broyé de conserva- tion (Mois)	Produits						
	Aliment pour poulette			Maïs broyé		Tourteau de coprah	
	non traité	traité		non traité	traité	non traité	traité
0 mois	0,023	0,025		0,049	0,054	0,009	0,010
1 mois	0,045	0,033		0,063	0,051	0,024	0,010
2 mois	0,056	0,038		0,053	0,052	0,029	0,024
3 mois	0,043	0,032		0,065	0,049	0,022	0,025
4 mois	0,037	0,026		0,037	0,029	0,016	0,010

(1) à la dose de 0,6 %

(2) Détermination faites par H.P.L.C. au LACENA

Les tableaux II et III nous donnent l'évolution de l'humidité et de la valeur nutritive des produits avec la durée de conservation. Nous constatons dans tous les produits une élévation importante de leur humidité du 2ème mois jusqu'au 4ème mois de conservation.

Tableau II : Évolution de l'humidité et de la valeur nutritive des produits avec la durée de conservation (en % du produit brut) (1).

Produits	Aliment pour poulette								Maïs broyé								
	non traité				traité				non traité				traité				
	Analyses		Hté	PB	MG	ENA	Hté	PB	MG	ENA	Hté	PB	MG	ENA	Hté	PB	MG
0 mois	11,32	17,06	3,27	54,53	11,12	16,57	3,32	53,89	11,27	9,13	3,32	71,54	11,40	9,68	3,50	70,48	
1 mois	10,25	16,51	2,45	56,46	10,95	17,22	2,92	53,68	11,20	9,24	3,42	68,28	11,12	8,80	3,70	70,29	
2 mois	12,04	16,80	1,58	54,84	12,22	16,84	1,70	54,97	12,42	10,06	2,66	70,08	12,78	9,71	2,96	69,82	
3 mois	12,60	16,01	1,62	56,66	12,52	16,10	1,52	55,15	12,18	9,63	2,16	70,89	13,12	9,45	2,58	70,56	
4 mois	13,54	18,55	1,16	53,82	13,86	17,58	1,06	54,37	13,16	10,50	0,78	70,29	14,47	10,17	10,17	70,07	

(1) Déterminations faites au LACENA

Tableau III : Evolution de l'humidité et de la valeur nutritive des produits avec la durée de conservation (en % du produit brut) (1)

Produits	Tourteau de coprah broyé							
	non traité				traité			
durée de conservation (mois)	Analyse							
	Hté	PB	MG	ENA	Hté	PB	MG	ENA
0 mois	7,95	22,40	1,42	45,62	8,07	22,69	1,27	45,49
1 mois	11,07	22,09	1,12	41,15	10,02	22,20	1,20	40,13
2 mois	13,38	21,702	1,22	42,59	14,58	21,30	1,26	41,92
3 mois	13,82	22,27	1,50	43,22	14,36	21,22	1,46	42,09
4 mois	17,37	24,06	1,65	38,55	19,18	23,88	1,36	37,62

(1) Déterminations faites au LACENA

Parallèlement, au niveau de la valeur nutritive, quelques changements se sont manifestés. L'aliment pour poulettes non traité et le tourteau de coprah broyé présentent au 4ème mois une chute du taux d'extractif non azoté. Le changement le plus remarquable s'est opéré dans l'aliment pour poulette et le maïs où le taux de matières grasses a chuté considérablement du 1er au 4ème mois de stockage.

Dans tous les produits, sauf dans le maïs non traité, une baisse des teneurs d'aflatoxine B1 est constatée, à partir du 3ème mois de conservation. Pour le maïs, les valeurs obtenues après 4 mois sont inférieures aux valeurs de départ. Dans le cas du tourteau de coprah (traité comme non traité) et de l'aliment traité elles sont semblables aux valeurs du début d'expérience.

Le changement le plus remarquable s'est opéré dans l'aliment pour poulette et le maïs où le taux de matière grasse a chuté considérablement du 1er au 4ème mois de stockage. Cette baisse pourrait s'expliquer par l'activité lipolytique des *Aspergilli* notamment d'*A. parasiticus* (DIENER et DAVIS, 1986). SHIH et MARTH (1974) ont aussi constaté, dans une culture d'une souche de cette moisissure sur milieu liquide, une diminution de la quantité totale de lipides du milieu avec l'augmentation de la durée d'incubation.

IV. DISCUSSIONS

Effet de la durée de conservation sur la teneur en aflatoxine B1 des produits.

Les résultats observés qui mettent en relief l'efficacité de l'acide propionique sont en accord avec ceux obtenus par WILCOX et al (1972) SAUER (1973), STEWART et al (1977) et CHRISTENSEN (1973) au cours de tests sur différents fongicides dans du maïs et des aliments pour volaille. Par contre, l'action moins marquée du fongicide pour le tourteau de coprah pourrait s'expliquer par sa richesse en protéines. En effet, comme l'ont montré DIXON et HAMILTON (1981), leur propriété tampon neutraliserait en partie l'acide propionique.

Évolution de l'humidité et de la valeur nutritive des produits

L'élévation importante du taux d'humidité des produits du 2^{ème} mois jusqu'au 4^{ème} mois de conservation correspond à la grande saison des pluies. L'humidité relative du magasin de stockage était très élevée durant cette période si bien que les produits se sont imprégnés de l'humidité ambiante.

La chute du taux d'extractif non azoté observée dans l'aliment pour poulettes non traité et le tourteau de coprah est probablement en rapport avec la présence importante de charançons dans ces produits. Le taux d'extractif non azoté est égal au taux de matière sèche diminué de la valeur des cendres, de la cellulose, de la matière grasse et de la protéine brute. L'augmentation de la quantité de protéine brute entraîne donc une réduction du taux d'extractif non azoté.

A en croire DIENER et DAVIS (1986) ainsi que SHIH et MARTH (1974), la baisse du taux de matières grasses, qui s'est opérée dans l'aliment pour poulettes et le maïs, pourrait être mise sur le compte de l'activité lipolytique des *Aspergilli*, notamment d'*A. parasiticus*.

Effet de la durée de conservation sur la teneur en aflatoxine B1 des produits.

La baisse des teneurs en aflatoxine B1 remarquée à partir du 3^{ème} mois de conservation, qui paraît a priori surprenante, a été aussi constatée par plusieurs chercheurs dont ASHOWORTH et al (1965), CIEGLER et al (1966) ainsi que ARSECULERATNE et BANDUNATHA (1972). En ce qui concerne *A. parasiticus*, son mycélium dégrade les aflatoxines B1, B2, G1 et G2, selon les travaux de DOYLE et MARTH (1978), SCHROEDER (1966) et SHIH et MARTH (1974, 1975).

BULLERMAN (1979) a aussi constaté le déclin du taux d'aflatoxine, B1 d'un beurre d'arachide stocké pendant 6 mois. La lyse du mycélium est nécessaire pour que la dégradation des aflatoxines s'effectue. Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer ce phénomène :

- l'utilisation de la toxine comme source d'énergie après l'épuisement des hydrates de carbone (SCHROEDER, 1966). Mais cette hypothèse paraît improbable parce que l'adjonction d'un excès d'hydrates de carbone n'empêche pas la dégradation des aflatoxines (CIEGLER et al 1966).
- la libération dans le milieu d'une enzyme fongique spécifique à l'aflatoxine (SHIH et MARTH 1974) ou bien d'un ou plusieurs facteurs dégradants, consistants intracellulaires du mycélium (DOYLE et MARTH 1978).
- l'implantation d'une réaction couplée, non spécifique entre l'aflatoxine et certain système enzymatique primaire mettant en jeu des radicaux libres intermédiaires d'acides gras polyinsaturés peroxydés (CIEGLER et al, 1966 ; VALKING, 1971 ; RONTAL et TAPPEL, 1966). Ces intermédiaires sont inconnus et nécessiteraient d'autres recherches.

V. CONCLUSION

Cette expérience doit être encore poursuivie pendant 4 mois. Les résultats partiels obtenus nous permettent de présager un effet significatif du fongicide dans nos conditions expérimentales et la confirmation de la baisse des teneurs en aflatoxine B1, des produits après 3 mois de conservation. Il nous semble prématuré d'interpréter cette observation. Nous avons seulement voulu montrer que ce phénomène n'est pas inconnu et que plusieurs auteurs ont déjà essayé de lui trouver une explication. Cette dégradation biologique des aflatoxines, une fois contrôlée, pourrait intervenir dans le traitement post-récolte des produits agricoles contre l'aflatoxine.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARSECULERATNE, S.N. et BANDUNATHA, C.H.S.R (1972) - J. Appl. Bat. 35 (1): 43 - 52.
- ASHWORTH, L.J., Jr., SCHROEDER, H.W., et LANGLEY, B.C. (1965) - Sciences. 148 : 1228 - 1229.
- BULLERMAN, L.B. (1979) - J. Food protection 42 : 65 - 86.
- CHRISTENSEN, C.M. (1973) - Feedstuffs. 45 : 37.
- CIEGLER, A., PETERSON, R.E., LOGODA, A.A., et HALL, H.H. (1966) - APPL. Microbiol. 14 : 378 - 380.
- DIENER, U.L. et DAVIS, N.D. (1986) - Aflatoxin in Maize. A proceedings of the Workshop. P. 33.
- DIXON, R.C. et HAMILTON, P.B. (1981). Poultry Sci. 60 : 2407 - 2411.
- DOYLE, M.P., et MARTH, E.H. (1978) - J. of Food Protection. 41 (7) : 549 - 555.
- GREGORY, J.F., et MANLEY, D. (1981) - J. Assoc. Offic. Anal. Chem. 64 : 144 - 151.
- ROUBAL, W.T., et TAPPEL, A.L. (1966) - Arch. Biochem. Biophys. 113 : 150 - 155.
- SAUER, D. (1973) - Grain preservatives for high moisture feed grain. U.S. grain marketing research center of the U.S. department of agriculture at Manhattan. KANSAS.
- SAUER, D.B. (1986) - Aflatoxin in Maize. A proceedings of the Workshop. P. 41.
- SCHROEDER, H.W. (1966). APPL. Microbiol. Vol. 14, No. 3 : 381 - 385.
- SHIH, C.N. et MARTH, E.H. (1974) - Biochimica et Biophysica Acta. 338 : 286 - 296.
- SHIH, C.N. et MARTH, E.H. (1975) - Z. Lebensm Unters. Forsch. 158 : 361 - 362.
- STEWART, R.C., WYATT, R.D. et ASHMORE, R.D. (1977). Poultry Sci. 56 : 1630 - 1635.
- THEAN, J.E., LORENZ, D.R., WILSON, D.M., RODGERS, K. et GUELDNER, R.C. (1980). J. Assoc. Offic. Anal. Chem. : 631 - 633.
- VAN WALBEEK, W., CLADEMENOS, T. et THATCHER, F.S. (1969) - Can. J. Microbiol. 15 : 629 - 632.
- VILA, N. (1986) - Effet du propionate de calcium, contre les aflatoxines au cours de la conservation d'un aliment de volaille. Mémoire de fin d'étude en agronomie approfondie. ENSA. ABIDJAN.
- WALTKING, A. (1971) - J. Assoc. Offic. Anal. Chem. 54 : 533.
- WILCOX, R.A., DEYOE, C.W. SAUER, D.B. et VOLSEN, K.K. (1972) - Grain preservatives. Cooperative extension service. KANSAS STATE University L. - 344.

2.4. DONNÉES PRÉLIMINAIRES SUR L'IMPACT DE BRUCHIDUS ATROLINEATUS (PIC) ET DE CALLOSOBRUCHUS MACULATUS (F.) DANS LES CULTURES ET DANS LES STOCKS DE NIÉBÉ (VIGNA UNGUICULATA WALP) AU TOGO

NUTO, Y ; GLITHO, I.A. ; SANBENA, B.
Université du Bénin - Lomé, Togo

Résumé

Des études de l'intensité des infestations des gousses de niébé dans les champs commencées depuis plusieurs années se sont poursuivies en 1989.

*Contrairement à ce qu'on observe au Togo, les pontes et le nombre de gousses ayant reçu les pontes de *C. maculatus* sont plus élevées que celles de *B. atrolineatus*. Cependant, le niveau d'infestation varie peu du début jusqu'à la fin de la période de fructification.*

Des graines provenant des gousses d'un champ paysan sont suivies au laboratoire ; 25,88% de ces graines portent des trous d'émergence des Bruchidae à l'apparition de la première génération de laboratoire.

I. INTRODUCTION

Des travaux antérieurs (GLITHO, NUTO; 1985) nous ont permis de montrer l'importance et les variations des populations de *Bruchidus atrolineatus* (Pic) et de *Callosobruchus maculatus* (F.) dans les stocks des paysans et au laboratoire.

Des observations directes sur les plantes en végétation n'ont pas révélé l'importance relative des adultes dans les champs, ceux-ci étant difficilement réperables dans les cultures.

Afin de mieux comprendre l'évolution des infestations de ces deux espèces de *Bruchidae* dans les stocks au Togo, nous avons envisagé de mesurer :

- l'impact des deux bruches dans une culture de niébé ;
- l'impact réel de ces déprédateurs dans un stock de graines gardé au laboratoire.

MESURE DE L'IMPACT DE *B. ATROLINEATUS* ET DE *C. MACULATUS* DANS LA CULTURE DE NIÉBÉ

Nous évaluons les pontes de chaque espèce sur les gousses récoltées dans une culture au Sud du Togo.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

a. **La culture** : Elle est réalisée dans une parcelle expérimentale (L = 20 m ; 10 m) dans la ferme de l'Ecole Supérieure d'Agronomie, sur le Campus universitaire à Lomé, au Sud du Togo.

Le climat de cette région est de type guinéen avec quatre saisons ; deux saisons sèches et deux saisons pluvieuses. On y pratique deux cultures de niébé par an.

La première récolte, la plus importante a lieu de Septembre à Octobre et la deuxième en Décembre.

Le semis est fait dans notre parcelle vers la mi-mai. Chaque poquet contient 2 à 3 graines. Deux poquets voisins sont séparés par un intervalle de 1 m.

Nous avons utilisé la variété VITA⁵ qui est semi-rempante.

b. Echantillonnage :

Les gousses sont cueillies au hasard, une fois par semaine durant toute la période de fructification.

Elles sont séparées par stade et examinées ensuite à la loupe binoculaire, afin de dénombrer les oeufs de chaque espèce.

Il faut noter que les oeufs de *B. atrolineatus* sont fusiformes et se distinguent aisément de ceux de *C. maculatus* qui sont ovales (BIÉMONT et al. 1982 ; Wightman, SOUTHGATE 1982).

c. Résultats

c.1. Les infestations globales

Sur 1.705 gousses examinées au total (tous stades confondus), il y a eu 58,30% de gousses infestées. (Tableau I).

Tableau I : Importance des infestations de *Brucidius atrolineatus* (Pic) et de *Callosobruchus* (F.) dans une culture de niébé dans la région de Lomé (Togo) 1989. Tous les stades des gousses sont confondus.

Période Paramètres	Juin	Juillet	Août	Total
Nombre de gousses examinées	697	805	203	1.705
Nombre de gousses attaquées	478 (68,68%)	417 (51,8%)	99 (48,8)	994 (58,3)
Nombre de gousses attaquées par <i>B. atrolineatus</i>	17 (2,44%)	102 (12,7)	9 (4,4%)	128 (7,51%)
Nombre d'oeufs de <i>B. atrolineatus</i> relevés	20	136	9	165
Nombre de gousses attaquées par <i>C. maculatus</i>	299 (42,9)	319 (39,6)	80 (39,4)	698 (40,9)
Nombre d'oeufs de <i>C. maculatus</i> relevés	1,402	1,943	159	3.504.

Ce tableau montre que le nombre de gousses portant des oeufs de *C. maculatus* est assez élevé, du début jusqu'à la fin de la période de fructification. La proportion de gousses infestées par *B. atrolineatus* reste faible.

Le nombre d'oeufs déposés par gousse varie selon les espèces ; il y a plusieurs oeufs de *C. maculatus* par gousse et normalement un de *B. atrolineatus* .

Nous avons observé un incidence d'attaque de 68,58% au début de la période de fructification en Juin. En Août, vers la fin de la fructification du niébé de notre parcelle, on obtient plus que 48,77% de gousses infestées (Tableau I).

c.2. Cas de *B. atrolineatus*

Les infestations par cette espèce sont assez variables, et en général faibles.

Lorsqu'on compare le niveau d'infestation, on remarque que le nombre de gousses contaminées au deuxième mois de nos observations (Juillet) est relativement plus élevé (Tableau 1).

Il faut noter que le nombre d'oeufs de *B. atrolineatus* déposés par gousse varie généralement de 1 à 6.

c.3. Cas de *C. maculatus*

Le nombre de gousses infestées et les oeufs déposés par cette espèce est plus important. Le taux de contamination des gousses varie peu. Par contre, le nombre total d'oeuf recensés est plus élevé sur les gousses échantillonnées au premier mois de nos observations (Tableau 1). Dans la majorité des cas, le nombre d'oeufs déposés par gousse reste faible (1 à 5) sauf quelques cas, où on dénombre jusqu'à 9 oeufs.

d. Conclusion- discussion

Les gousses de niébé reçoivent des pontes de *B. atrolineatus* et de *C. maculatus* quel que soit leur stade de développement.

Contrairement à ce que nous avons observé les années précédentes, nous remarquons que ces infestations de *B. atrolineatus* sont plus faibles que celles de *C. maculatus* dans le cas de notre expérience (Tableau 1). Ces résultats sont assez différents de ceux obtenus ailleurs (ALZOUMA et HUIGNARD 1981, NUTO 1984, HUIGNARD et ALZOUMA 1985, PREVET 1961).

Il faut signaler cependant que le nombre de gousses ayant reçu les pontes de *C. maculatus* varie peu au cours de l'évolution de la culture.

Peut-on penser que, les populations de *C. maculatus* quelle que soit leur densité, subissent pas d'importantes fluctuations au cours d'une saison de culture de leur plante-hôte ?

Des observations continues dans les champs permettront d'expliquer ce phénomène.

Quel que soit le mois de récolte des gousses sèches (gousses de stade IV), on remarque que celles qui portent des oeufs de Bruchidae sont très nombreuses : 67,86 à 87,30% (Tableau II)

Tableau II : Evolution de l'impact des *Bruchidae* : *B. atrolineatus* et *C. maculatus* sur les gousses sèches (Stade IV) en rapport avec la période de fructification du niébé (Juin-Juillet-Août 1989)

MOIS	JUIN	JUILLET	AOÛT
Nombre de gousses examinées	184	63	56
% de gousses infestées	77,72	87,30	67,86
% de gousses infestées par <i>B. atrolineatus</i>	4,45	25,40	14,29
% de gousses infestées par <i>C. maculatus</i>	61,41	79,37	62,50
Nombre total d'oeufs de <i>B. atrolineatus</i>	8	46	11
Nombre total d'oeufs de <i>C. maculatus</i>	618	420	88

Centre agrométéorologique ESA - UB. Lomé Températures moyennes et humidités relatives d'avril à octobre 1989

MOIS	AVRIL	MAI	JUIN	JUIL.	AOÛT	SEPT.	OCT.
Données							
Température moyenne (°C)	28,4	27,9	27,0	26,2	26,0	26,3	26,8
Humidité relative (%)	83	84	84	87	87	86	86

L'intérêt de ce travail préliminaire est de montrer l'importance des attaques sur les gousses du niébé mis en stock sous forme de gousses ou sous forme de graines.

Un échantillon de 500 gousses de niébé acheté chez des paysans, au champ même, à SEREBENE dans la Région des Plateaux en Novembre 1989 a été aussi examiné:

Le nombre de gousses contaminées s'élève à 68,2%. La plupart des gousses étant infestées par *Bruchidius*. La variation de la densité des populations d'insectes ou de leur activité, liée au biotope qui est toujours changeant, ne permet pas de définir un taux d'attaque fixe. Des mesures effectuées sur plusieurs années pourront permettre de connaître les limites de variation des infestations dans la nature.

III. MESURE DE L'IMPACT DE *B. ATROLINEATUS* ET *C. MACULATUS* DANS UN STOCK DE NIÉBÉ AU LABORATOIRE

Le dénombrement des oeufs des *Bruchidae* sur la gousse de niébé ne permet pas d'estimer les dégâts causés aux graines à l'intérieur de celle-ci.

En effet, certains facteurs tels que :

- le décollement du chorion de l'oeuf de la gousse ;
- le non repérage de certains trous de pénétration des larves dans la gousse ;
- le parasitisme des larves et/ou des nymphes à l'intérieur du substrat de ponte, limitent les observations et la détermination de l'importance réelle des attaques causées par ces ravageurs.

Pour mieux apprécier l'impact des deux espèces de Bruchidae, nous avons :

- suivi les premières émergences de *B. antrolineatus* et de *C. maculatus* dans un échantillon de graines gardé au laboratoire, pendant 33 jours.
- estimé les pertes en graines au bout des 33 jours.

IV. MATÉRIEL ET MÉTHODE

a. Choix des gousses et des graines

Les gousses sèches récoltées le même jour dans la région des plateaux à SEREBENE sont ramenées au laboratoire. Elles y sont gardées dans des sacs de jute pendant une quinzaine de jours puis sont triées.

Les graines ne portant pas de trou de sortie des adultes de bruches sont choisies. Il faut qu'à la date du tri, nous avons remarqué que les trous d'émergence étaient rares. Après écosage, les graines sont triées. Ce sont ces graines que nous utilisons pour nos expériences.

b. Protocole expérimental

Les graines triées sont réparties dans cinq (5) bocaux de 3.000 ml. Chaque bocal contient 1.000 graines.

L'ensemble est gardé au laboratoire

c. Paramètres mesurés

Les paramètres suivis sont :

- * les émergences

Les observations sont faites tous les 4 ou 5 jours.

A chaque observation, nous relevons le nombre d'adultes vivants ou morts de chaque espèce de *Bruchidae*, ainsi que le nombre d'Hyménoptères parasites de *Bruchidae*. Les Hyménoptères et les adultes de *Bruchidae* morts sont éliminés à chaque observation.

- * les pertes

Le nombre de graines portant au moins un trou de sortie d'adulte de *Bruchidae* ou hébergeant au moins un adulte est relevé. Il faut noter que l'adulte n'ayant pas encore émergé de la graine est perceptible à travers le tégument de la graine.

La graine portant de trous d'émergence ou dans laquelle on observe un adulte est considérée comme spoluee et donc comptabilisée dans les pertes. Les graines perdues sont dénombrées à la fin de l'expérience.

Résultats

Les premières émergences causent des dégâts relativement importants dans les stocks de graines ; il y a en moyenne 25,9% des 5 000 graines suivies au total qui portent au moins un trou dans lesquelles il y a un adulte.

Le nombre de graines perdues, varie considérablement (19,7% à 31,2%) dans les 5 replicats. Les bruches et leurs parasites hyménoptères émergent simultanément dans chaque bocal ; mais, le nombre de parasites obtenus est faible et assez variable (2 à 25); soit 11 hyménoptères pour 23 *Bruchidius* et 94 *Callosobruchus* en moyenne par bocal (Tableau III).

Tableau III : Incidence de spoliation des graines et importance des émergences des *Bruchidae* du niébé (*B. atrolineatus* Pic et *C. maculatus* F.) et de leurs parasites (Hyménoptères-Eupelmidae) dans un échantillon de graines dont les gousses ont été infestées dans un champ dans la Région des Plateaux au Togo.

Bocal	1	2	3	4	5	Moyenne
<i>B. atrolineatus</i>	25	20	34	24	16	23±
<i>C. maculatus</i>	52	89	119	113	97	94±
Hyménoptère	25	14	5	9	2	11±
Taux de spoliation	19,7%	23,8%	31,2%	26,2%	28,5%	25,88%

V. CONCLUSION

Les *Bruchidae* déprédateurs du niébé causent des dégâts assez importants dans les cultures comme dans les stocks de graines.

Leurs pontes et l'incidence des infestations varient considérablement d'une année à une autre.

Au Togo, les dégâts de *B. atrolineatus* sont limités dans le temps ; tandis que ceux de *C. maculatus* se prolongent dans les stocks durant toute la durée du stockage du niébé. Les infestations causées par *C. maculatus*, généralement plus faible que celles de *B. atrolineatus* ont été particulièrement plus importantes en 1989. Nous pouvons nous demander, si ce phénomène est dû à une explosion exceptionnelle des populations de ce *Bruchidae* ? Les observations des années prochaines permettront d'expliquer ce phénomène. Signalons que *C. maculatus* varie peu dans une même culture durant une même saison, quelle que soit l'intensité (nombre d'oeufs par gousse) des infestations.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALZOUMA, I. et HUIGNARD, J. 1985 : Données préliminaires sur la biologie et le comportement de ponte dans la nature de *B. atrolineatus* dans une zone sahélienne *Acta Oecologica*. 2-4 : 391-400.
- BIÉMONT, J.C.; CHAUVIN, G. et GERMAIN, J.F. 1982 : L'oeuf de *B. atrolineatus* (Pic) et son système de fixation : *Can. J. Zool.* 60 : 2610-2615.
- GLITHO, I. ; NUTO, Y. 1985 : Etude des fluctuations des populations de Bruchidae: *B. atrolineatus* et *C. maculatus* dans les stocks de *Vigna unguiculata* au Togo.
- LABEYRIE, V. 1978 : The significance of the environment in the control of insect fecundity. *Ann. Rev. Entomol.* 23 : 68 - 89.
- NUTO, Y. 1984 : Etude de quelques aspects de l'activité reproductrice des femelles de *Bruchidius atrolineatus* (Pic) et de *Callosobrochus maculatus* (F.) en relation avec la phénologie de leur plante-hôte *Vigna unguiculata* Walp dans la région de Niamey (NIGER) Thèse 3ème Cycle.
- PREVETT, P.F. 1961 : Field infestation of Cowpea (*Vigna unguiculata*) pods by the beetles of the families *Bruchidae* and *Curculionidae* in Northern Nigeria *Bull. Ent. Res.* 52 : 635 - 645.
- WIGHTMAN, J.A. and SOUTHGATE, B.J. : 1982 : Egg morphology, host, and probable regions of origin of the bruchids (*Coleoptera* : *Bruchidae*) that infest stored pulses an identification aid *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 10 : 95-99.

2.5. IMPORTANCE DES PLANTES SAUVAGES SUR LA CONTAMINATION DES STOCKS D'ARACHIDE (*ARACHIS HYPOGEA*) PAR *CARYEDON SERRATUS* OL COLEOPTÈRE BRUCHIDAE.

DIALLO B. & PIERRE D.

Département de Biologie Faculté des Sciences, Université de Niamey, Niger

Résumé

Carrydon serratus se développe naturellement sur 7 espèces de légumineuses arborescentes et sur l'arachide. Cependant malgré sa présence permanente sur *Bauhinia rufescens* et *Piliostigma reticulatum*, il semble que l'infestation des stocks d'arachide au moment de la récolte est plus le fait de la présence d'anciens stocks d'arachide que des plants naturels.

I. INTRODUCTION

Carryedon serratus (O.L.) est un insecte *Bruchidae* qui se développe, en Afrique tropicale, aux dépens de sept espèces de légumineuses arborescentes (*Césalpiniciées*) et d'une espèce cultivée, l'arachide *Arachis hypogea*. Il peut causer de gros dégâts aux stocks d'arachide en consommant les cotylédons favorisant ainsi le développement d'autres parasites tels les *Aspergillus* (DAVEY et al 1959 ; GILLIERS et BOCKELE MORVAN, 1974).

Nous l'avons particulièrement étudié sur deux de ses plantes hôtes les plus abondantes dans la région de Niamey (Niger) : *Bauhinia rufescens* et *Piliostigma reticulatum*.

Ces deux *Césalpiniciées* présentent des cycles végétatifs très différents. *P. reticulatum* ne porte des fruits qu'une partie de l'année (6 à 7 mois environ), alors que *B. rufescens* présente des gousses à différents stades de maturité pendant toute l'année. Nous avons également étudié l'importance de ces plantes hôtes sur la récolte d'arachide et son stockage.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

II.1. Densité des gousses

Chaque semaine, il est procédé au dénombrement total des gousses présentes sur l'arbre, ainsi que leur stade phénologique.

II.2. Estimation des pontes

Pour les deux espèces de *Césalpiniciées* : *B. rufescens* et *P. reticulatum*, nous avons suivi des séries de 50 gousses marquées, dès leur apparition, disposées à la périphérie de l'arbre. Ces gousses sont examinées toutes les semaines afin de dénombrer les pontes (de 1986-1988 pour *Bauhinia rufescens* et 1987-1988 pour *Piliostigma reticulatum*).

II.3. Estimation des adultes sur l'arbre

C. serratus est un insecte crépusculaire difficile à observer. Il a tendance à se réfugier, durant la photophase, dans les anfractuosités de l'arbre ou sous les écorces. Quinze pièges, en carton ondulé, ont été utilisés sur *B. rufescens*. Ces pièges sont relevés quotidiennement, à la même heure. Le même dispositif a été utilisé sur *P. reticulatum*, sans succès (le faible nombre de gousses sur cette espèce végétale ne permet pas semble-t-il d'obtenir une population d'adultes suffisante pour être décélée correctement par nos pièges).

II.4. Contamination de l'arachide

Une culture d'arachide est effectuée chaque année (1987 à 1989) à proximité d'un *B. rufescens*. La récolte est mise à sécher de façon traditionnelle près de l'arbre puis examinée.

Le suivi du grenier est réalisé sur 50 kg environ d'arachide provenant d'une zone arachidière possédant les différentes plantes hôtes de la bruche. Le grenier est en banco, ne laissant qu'un seul orifice de sortie possible sur lequel est installé un piège d'évasions. Ce piège est relevé quotidiennement à partir des premières émergences du grenier.

III. RÉSULTATS

III.1. Observations sur *Piliostigma reticulatum*

On constate que la ponte débute dès l'apparition des graines dans les gousses vertes (en décembre - Janvier). Mille gousses environ se trouvent sur notre arbre expérimental. Ce nombre décroît rapidement au cours du temps. Le pédoncule est fragile et cède facilement sous l'action des rafales de vent. Les dernières gousses tombent avec l'installation de la saison des pluies. Elles ne sont donc disponibles pour l'insecte que de décembre à juin -juillet.

L'importance de la ponte est variable suivant les années. Celle-ci a lieu essentiellement durant les mois les plus chauds de l'année. Trois à quatre générations semblent se succéder durant cette période. (Fig. 1).

Durant la période froide, les pontes sont peu abondantes, les oeufs sont déposés sur un petit nombre de gousses. Lorsque la ponte devient plus importante, on constate que le pourcentage de gousses attaquées augmente sensiblement sans toutefois dépasser les 50%. Les pontes sont donc concentrées sur un nombre restreint de gousses. En début de saison des pluies, le nombre de gousses réduit mais celles-ci sont plus volontiers exploitées.

III.2. Observations sur *Bauhinia rufescens*

A la différence de *P. reticulatum*, on constate que la ponte ne s'effectue que sur des gousses bien mûres. Le nombre de gousses présentes sur l'arbre durant nos observations est compris entre 5 et 7 000 environ. La ponte s'observe toute l'année avec d'importantes fluctuations au cours des mois et des années (Fig n°3). On peut constater qu'en 1987-88, la forte activité de ponte se retrouve sur les deux espèces de plantes hôtes pendant les mois de mars et avril. (Fig 2 & 3).

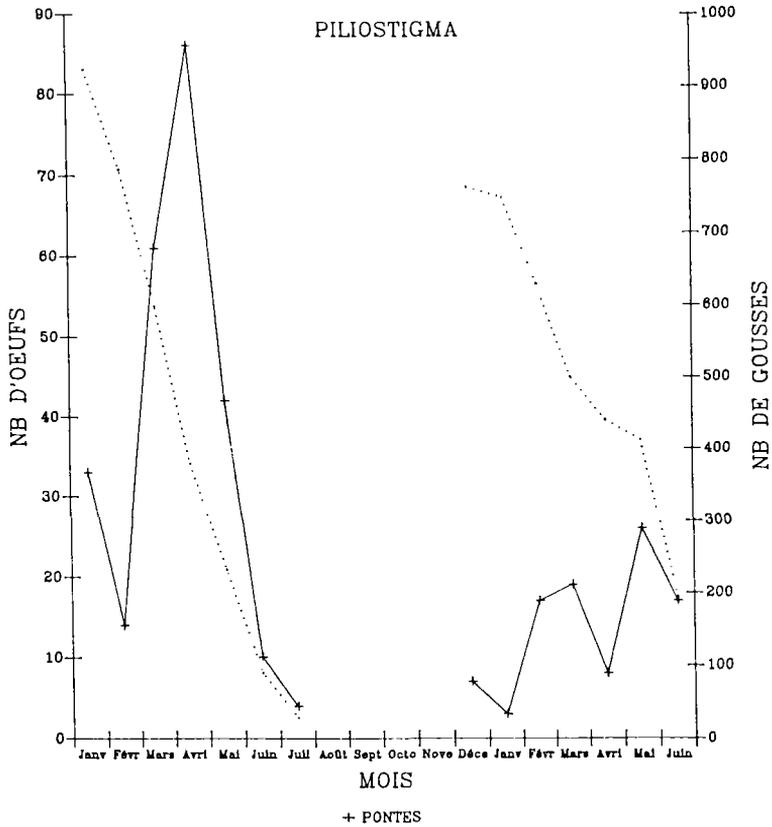


Fig. 1 Le nombre moyen d'oeufs déposés au cours de chaque mois varie peu au cours du temps, il oscille entre 1 et 2. (Fig. n°2).

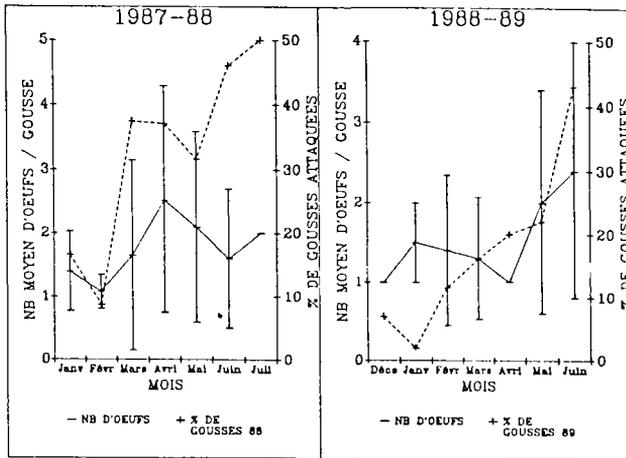


Fig. 2 Nombre moyen de *Caryedon serratus* pondus par gousse de *Piliosigma reticulatum* pour les années 1987 à 1989, et pourcentage de gousses attaquées durant la même période.

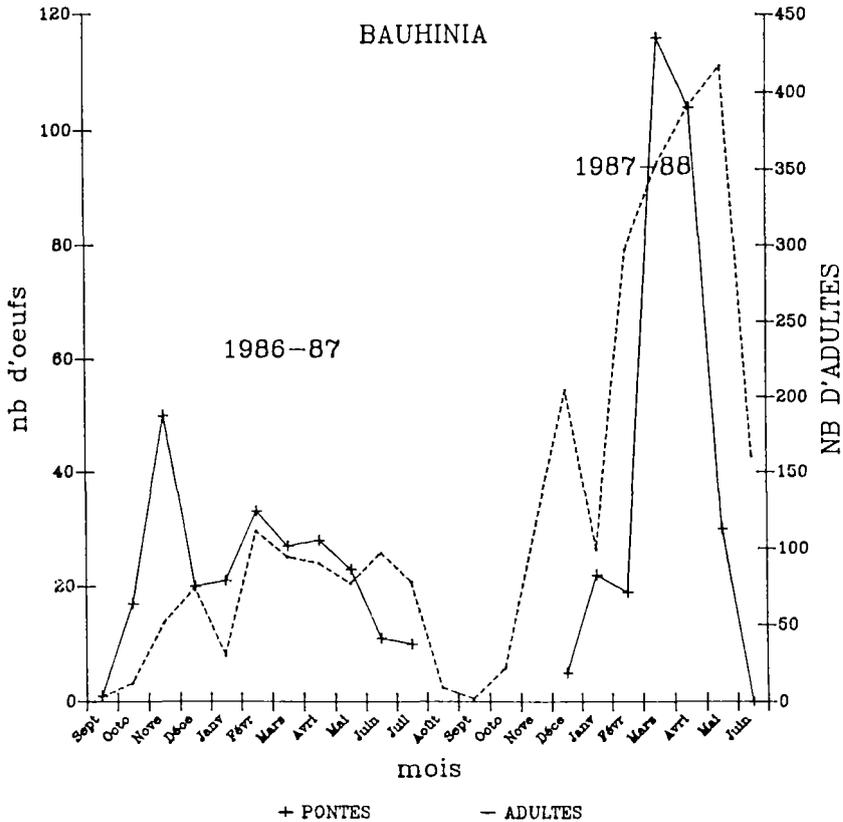


Fig. 3 Nombre moyen de *Caryedon serratus pondus* sur *Bauhinia rufescens* pour les années 1986 à 1988, et nombre d'adultes durant la même période.

Deux périodes de ponte peuvent être distinguées. La première se situe à la fin de la saison des pluies, petite saison chaude, de octobre à novembre. La deuxième se situe durant la saison la plus chaude, de mars à mai. En dehors de ces périodes, la ponte est faible à très faible notamment durant la saison des pluies.

Le nombre moyen d'oeufs déposé sur chaque gousse est assez faible, compris entre 1 et 2. En période de fortes pontes, il augmente légèrement. Mais par contre, le nombre de gousses exploitées augmente très fortement. On a ainsi une grande dispersion des oeufs sur tous les supports de ponte disponibles (Fig 4).

Sur le même arbre, des adultes sont piégés. On enregistre les mêmes périodes d'abondance que pour les pontes. Les fortes densités de ponte correspondent à de fortes densités d'insectes. On note d'autre part que les insectes disparaissent subitement dès le début de la saison des pluies (Fig 3) sans qu'aucune explication satisfaisante puisse être avancée.

Six à sept générations semblent se succéder sur l'arbre au cours d'une même année, en tenant compte de la durée de développement des insectes observé tant au laboratoire que dans la nature.

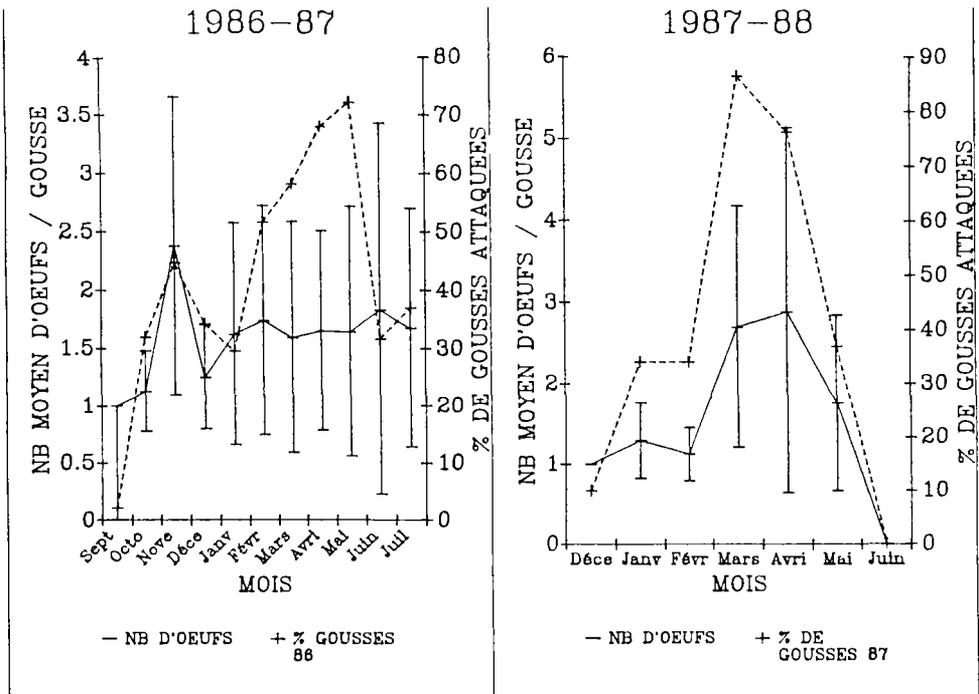


Fig. 4 Nombre moyen de *Caryedon serratus* pondus sur *Bauhinia rufescens* pour les années 1986 à 1988, et pourcentage de gousses attaquées durant la même période.

III.3. Résultats sur l'arachide

Trois récoltes successives ont été effectuées au cours des trois dernières années. On peut constater que l'infestation au champ des gousses d'arachide est possible mais très faible (3 à 4 oeufs enregistrés) et ne se présente pas toutes les années. (Les quantités d'arachides récoltées sont assez faibles, le terrain ne se prêtant pas particulièrement à ce genre de culture).

Le suivi du grenier (Fig 5) montre à l'évidence que l'infestation initiale est du même ordre de grandeur que celle observée sur notre propre récolte. Les premiers adultes s'échappant du grenier sont apparus plus de dix mois après la récolte. Le grenier étant étanche, on peut exclure tout risque de contamination extérieure au cours de ce suivi. La courbe de sortie des insectes montre qu'un grand nombre d'insectes sont potentiellement capables de quitter le grenier. Les sorties les plus abondantes coïncident avec la période de récolte et de séchage de l'arachide. Plusieurs générations à l'intérieur du grenier. Le sexe ratio est toujours en faveur des mâles.

EVASIONS DU GRENIER

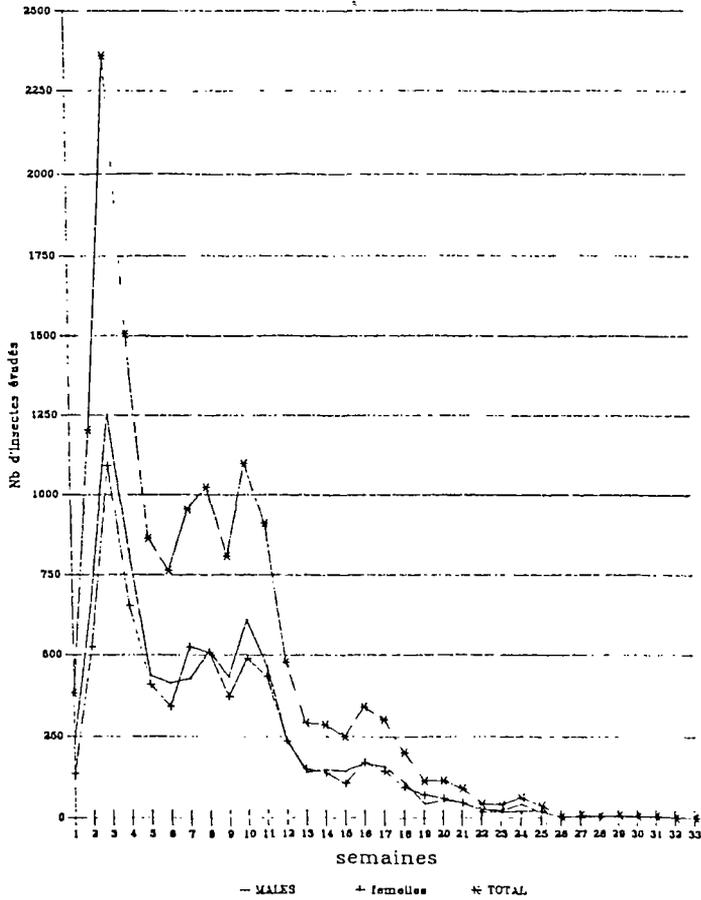


Fig. 5 Nombre d'adultes total, mâles et femelles *Caryedon serratus* s'évadant du grenier au cours du temps.

IV. COMPARAISON DISCUSSION

En observant les résultats sur les deux plantes, hôtes, on peut constater que le comportement de ponte est assez semblable.

Le nombre moyen d'oeufs déposés est du même ordre alors que les gousses des deux espèces sont de taille très différente et ne comportent pas le même nombre de graines.

Sur *B. rufescens*, les gousses sont faiblement attaquées en début de saison. Ceci peut sans doute expliquer par la présence d'autres gousses plus mûres sur l'arbre pouvant accueillir la ponte. Au début de la saison des pluies, les gousses sont pratiquement toutes contaminées (présence d'oeufs ou de trous de sortie de L4 ou d'adultes) et sont certainement moins attractives que des gousses plus jeunes de l'arbre. Ceci expliquant certainement la diminution importante de la fréquentation des gousses marquées (âgées et présentant des attaques de *C. serratus*).

Par contre, *P. reticulatum*, on constate que la fréquentation des gousses augmente en mai-juillet. Durant cette période, il ne reste que très peu de gousses sur l'arbre. Ces gousses constituent donc le seul support de ponte disponible sur l'arbre.

Pour ces deux plantes hôtes, on constate que l'activité de ponte est plus importante durant la saison la plus chaude (mars-mai). Le *P. reticulatum* semble abriter des populations moins importantes que le *Bauhinia*, ceci en relation avec le nombre de gousses, toujours plus important chez *B. rufescens*. A la différence de *Bauhinia*, *Piliostigma* peut présenter des gousses exemptes de toute ponte pendant leur séjour sur l'arbre lorsque les densités de bruches sont faibles.

Malgré les petites différences observées entre les deux espèces, on constate que le niveau général des pontes ainsi que la présence des adultes décroît très fortement dès le début de la saison des pluies. Aucune explication satisfaisante n'a encore permis d'expliquer cette disparition ou ce changement de comportement. Les insectes adultes changent-ils de comportement (quiescence ou diapause), effectuent-ils des migrations vers d'autres plantes refuges ?

Le problème se pose du maintien des populations notamment sur le *Piliostigma* puisque celui-ci ne présente pas de gousses pendant plusieurs mois de l'année. On rencontre le même problème en Côte d'Ivoire sur *Piliostigma thoningii* (GAGNEPIN et al, 1986). Au Niger, la présence de plusieurs espèces de plantes hôtes pourrait permettre une recontamination éventuelle à partir du *Bauhinia* par exemple. Ceci reste malgré tout difficile à prouver.

Au moment de la récolte de l'arachide, on constate que les populations sont toujours très faibles, ce qui explique certainement la faible contamination trouvée au champ. Celle-ci ne semble être due qu'à une faible partie de la population. Des expériences de laboratoire (Diallo, non publié) montrent en effet que la ponte des insectes, issus de *Bauhinia* ou de *Piliostigma*, sur l'arachide est très faible alors qu'elle est plus importante pour des insectes s'étant développé sur arachide ou sur Tamarin (*Tamarindus indica*).

Nos résultats sur le suivi du grenier ainsi que les observations précédentes laissent penser que l'infestation des stocks, si elle est possible à partir de *Bauhinia rufescens* et *Piliostigma reticulatum*, pourrait provenir plus facilement d'insectes issus d'anciens stocks, même conservés en petite quantité à proximité du lieu de séchage.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DECELLE J. 1981. Bruchidae related to grain legumes in the afro-tropical area. The Ecology of Bruchids attacking pods. V. Labeyrie Ed. Junk Publisher. 19: 193-197.
- DAVEY P., COVENEY P., RAYMOND W.D., SQUIRE J.A. The effect of insect infestation on the quality of the corticated groundnuts with special reference to storage at high and low humidities. Trop. Sci. 1: 296-307.
- GILLIER P., BOCKELE MORVAN A. 1974. La protection des stocks d'arachide contre les insectes. Oléagineux 34 (3) : 131-137.
- GAGNEPIN C. GILLON, LEROUX J.M. 1986. Caryedon serratus principal consommateur des gousses de *Piliostigma thoningii* (Césalpinacée) en savane de Lambo (Côte d'Ivoire). Ann. Soc. Ent. Fr. (NS) 22 (4) : 457-467.

2.6. LE GRAND CAPUCIN DU MAÏS, *PROSTEPHANUS TRUNCATUS* : SITUATION ET PERSPECTIVES

Bernard J.R. PHILOGÈNE
Faculté des Sciences
Université d'Ottawa - Ottawa, Canada

Résumé

*Venu de l'Amérique Centrale *Prostephanus truncatus* (Horn) a envahi toutes les régions subsahariennes du continent africain où il devient un problème sérieux par ses attaques, non seulement sur le maïs, mais également d'autres produits dont le pois chiche, le manioc, la patate douce, le sorgho, la matière plastique ou des articles à base de savon. Les dégâts causés au maïs varient d'un pays à un autre et restent toujours supérieurs à 30% des récoltes en Afrique.*

Les seuls procédés de lutte utilisés concernent les produits chimiques : ainsi des résultats concrets ont été obtenus avec Pyrimiphos-méthyl (12,5 ppm), l'actelic 2%, le fenitrothion et le bromophos. Cependant, les meilleurs résultats ont été obtenus avec les pyrèthrénoïdes : la deltaméthrine, la perméthrine, le fenvalate et la phénatrine se sont avérés tous supérieurs aux organophosphorés. La phosphine en fumigation a également donné de bons résultats.

Compte tenu des inconvénients que présentent les pesticides, plusieurs laboratoires s'orientent aujourd'hui vers une éventuelle utilisation de pesticides d'origine botanique et même sur les variétés de maïs résistantes à l'insecte et acceptables par l'homme.

I. INTRODUCTION

Le grand capucin du maïs, *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera; Bostrychidae) est devenu, depuis la dernière décennie, un des problèmes entomologiques les plus sérieux du continent africain. Autant l'Est, le Centre, que l'Ouest sub-saharien sont actuellement affectés par ce coléoptère venu de l'Amérique Centrale. Ce sont les récoltes de maïs qui ont à subir les dégâts les plus importants causés par *Prostephanus*, insecte déjà bien adapté à cette denrée en Amérique.

Plusieurs auteurs ont déjà examiné attentivement le problème depuis sa manifestation en Est-Afrique au début des années 80, notamment HODGES (1982, 1986), GOLOB et al (1985), GOLOB (1987), et MCFARLANE (1988). Il nous a paru opportun, à l'occasion de ce séminaire sur les problèmes post-récolte de livrer quelques réflexions sur la situation de cet insecte sur le continent africain, surtout en l'absence de publications en français sur le sujet.

II. DISTRIBUTION DE *PROSTEPHANUS*

L'importance agricole du grand capucin du maïs est reconnue depuis la fin du 19^e siècle. Les auteurs s'accordent à reconnaître l'origine centro-américaine de l'insecte et, jusqu'au début des années 80, en limitait sa distribution du Sud des Etats-Unis jusqu'au Brésil, les infestations les plus importantes affectant le Mexique et les Etats de l'Amérique Centrale (HODGES 1986).

On doit aussi reconnaître que *P. truncatus* a pu passer inaperçu à plusieurs reprises, puisqu'il a été souvent mal identifié. C'est à CHITTENDEN (1911) que l'on doit la première description d'une attaque de *Prostephanus* sur un épi de maïs entreposé. Il faudra cependant attendre soixante dix ans (HODGES 1982) pour avoir un rapport détaillé sur la biologie de ce bostrychide et les moyens de lutte, rapport qui a été fait à l'arrivée de l'insecte sur le continent africain. On assiste alors à une avalanche de publications sur le sujet, ce qui indique bien le sérieux de cette nouvelle infestation pour la production céréalière en Afrique.

On sait aujourd'hui qu'outre la Tanzanie où il est tout d'abord apparu en 1981 dans la région de Tabora, le grand capucin se trouve également au Kenya (1983) et au Burundi (GOLOB 1987). Une autre infestation, totalement indépendante de la première, se manifeste au Togo en 1984 et par la suite au Bénin (KRALL 1984, GOLOB 1987). On l'a également rapporté au Zaïre en association avec le manioc séché. Cette distribution quasi sub-continentale de *P. truncatus* en Afrique sub-saharienne est très préoccupante quand on considère d'une part les capacités destructrices de ce coléoptère, et d'autre part, l'importance du maïs dans l'alimentation des populations concernées. Le fait que l'on ait rapporté la présence de cet insecte sur le manioc, les patates douces et le sorgho (MUSHI 1984) laisse malheureusement envisager une extension de l'aire de distribution du ravageur.

III. DÉGÂTS ET PERTES

Le grand capucin du maïs est d'abord un ravageur du maïs comme son nom l'indique. Mais il est également en mesure de se développer sur d'autres denrées. Son potentiel destructeur est en fait considérable si l'on tient compte de ce qui a été également observé en laboratoire. Non seulement peut-il se reproduire sur les blés mous, mais encore il peut endommager des grains comme les pois chiches, le bois, le cuir et même la matière plastique, ou des articles à base de savon (HOWARD 1984, GOLOB 1987).

Sur le maïs on doit d'abord noter que *P. truncatus* peut s'accommoder de plusieurs variétés. (voir CONIHL de BEYSSAC et al). Il faut cependant noter :

- (1) que sous des conditions africaines plus de 30% des récoltes peuvent être affectées et
- (2) qu'aucune variété totalement résistante de maïs n'a encore été identifiée.

En Tanzanie on a rapporté la présence du grand capucin dans 20% des dépôts tout de suite après la récolte et dans 80% à la fin de la période d'entreposage (HODGES 1984). C'est avant tout l'adulte qui pulvérise littéralement les grains en farine ou en une fine poussière. En 1982 on estimait déjà les pertes de maïs en Tanzanie à environ 543 000 tonnes par année, ce qui représente un manque à gagner de 86 millions de dollars (AUTREY et CUTCOMB 1982).

Les dégâts causés au manioc peuvent également être très importants. Là encore l'insecte adulte réduit la racine séchée en poussière, produisant des pertes de poids de l'ordre de 70% après seulement 4 mois d'entreposage. Le manioc fermenté semble être plus susceptible à ce genre d'attaque (HODGES 1986). Au cours d'une étude à Tabora (Tanzanie), HODGES et al (1985) ont rapporté des pertes de 23,3% et 14,8% respectivement après 12 semaines pour des racines de manioc fermentées et non fermentées. Ces pertes atteignaient respectivement 73,6 et 52,3% après 17 semaines.

On ne dispose pas actuellement d'autres données fiables sur les autres types de dégâts causés par *Prostephanus*. Il faudra cependant, à l'avenir, avoir un meilleur système de surveillance pour bien évaluer la portée réelle des infestations par ce coléoptère sur son continent d'adoption.

IV. MOYEN DE LUTTE

Il ne fait aucun doute d'une part que la venue de *P. truncatus* dans une zone géographique où il ne connaît pas d'ennemis naturels qui lui sont spécifiques représente une situation particulièrement difficile à contrôler. D'autre part, les méthodes et traditions associées à la culture et l'entreposage du maïs et du manioc en Afrique sub-saharienne ne facilitent pas la mise en place de moyens préventifs et curatifs susceptibles d'enrayer rapidement l'établissement, le maintien et la progression du grand capucin du maïs. La vitesse avec laquelle ce ravageur s'est propagé d'abord en Tanzanie et, par la suite, dans les autres pays africains, en est malheureusement la démonstration.

Comme l'a si bien noté GOLOB, *P. truncatus* est d'abord un ravageur associé aux greniers de petites dimensions, donc au mode de vie des petits fermiers. Ces derniers entèposent surtout le maïs en épis recouvert de spathes, alors qu'ils entassent le manioc à même le sol ou dans des cases. Dans ces conditions, à moins que l'on soit en mesure de faire une démonstration nette et claire qu'un autre système d'entreposage serait plus performant, et ne modifierait pas sensiblement les habitudes traditionnelles des populations, il est difficile d'envisager ce qu'il est convenu d'appeler des moyens de lutte intégrée contre le grand capucin. Or, dans le cas du maïs, il est bien démontré que *Prostephanus* préfère les épis intacts au maïs égrené. On voit donc qu'un programme efficace de lutte passe d'abord par une modification des activités post-récoltes des populations rurales.

Une éradication systématique de *P. truncatus* ne peut donc être envisagée. A la suite de l'atelier qui s'est tenu à Slough en Angleterre en 1983, quatre recommandations fondamentales ont été faites pour optimiser la stratégie de lutte contre cet insecte:

- (1) lutte contre les infestations connus ;
- (2) surveillance de la progression des infestations ;
- (3) formation du personnel ;
- (4) recherche en vue d'améliorer la surveillance, la lutte, et les méthodes d'entreposage.

Même si l'on réussissait à convaincre tous les producteurs de maïs d'égrener leurs épis avant l'entreposage, et si on leur fournissait les récipients et les greniers adéquats pour en assurer le stockage, il faudrait encore prendre d'autres moyens pour réussir à annihiler le grand capucin. Dans un contexte de stockage de denrées devant servir à l'alimentation courante, il est difficile d'assurer une protection intégrale du produit agricole sans une répercussion quelconque pour le consommateur. La lutte biologique qui fait appel aux ennemis naturels ou aux entomophages introduits n'est pas généralement reconnu comme efficace dans les systèmes post-récolte. De toute façon, *P. truncatus* n'a pas d'ennemis naturels qui lui sont propres en Afrique. L'utilisation de variétés résistantes est envisageable à condition que les variétés nouvelles soient bien acceptées par les producteurs et les consommateurs. Des progrès ont été accomplis dans ce domaine (cf. C. de BEYSSAC et al).

Reste donc la lutte chimique et ses inévitables conséquences pour la santé humaine et l'environnement. Depuis la venue en Afrique de *Prostephanus*, on a essayé différents types d'insecticides avec des résultats inégaux. Ainsi, l'utilisation, en Tanzanie, du pyrimiphos-méthyl

à raison de 12,5 ppm, après égrenage, s'est avéré efficace sur une période de six mois. (GOLOB 1984, MUSHI 1984). Ce genre de traitement demande une formulation poudreuse adéquate (assurée par la présence d'Actelic 2%), et peut être amélioré par le traitement du récipient lui-même. D'autres organophosphorés comme le fénitrothion et le bromophos ont également permis de réduire le pourcentage de dégâts produits par *P. truncatus* (GOLOB 1984). Il faut bien noter qu'aucun de ces insecticides n'a réussi à protéger intégralement les récoltes entreposées dans les conditions Tanzaniennes de l'expérience.

L'efficacité résiduelle relative du pyrimiphos-méthyl, ainsi que celle du malathion a été rapportée par WATTERS (1984) au cours d'essais faits au Canada où l'on a traité des panneaux de contreplaqués qui ont préservé leur action insecticide au contact de *Prostephanus* pendant 16 semaines.

Mais ce sont surtout les pyréthroïdes qui ont donné jusqu'à l'heure actuelle les meilleurs résultats. (GOLOB et al 1985). La deltaméthrine, la perméthrine, la fenvalerate et la phénotrène se sont tous avérés supérieurs aux organophosphorés, au lindane ou au carbaryl. Une formulation poudreuse contenant 0,3% de perméthrine et 1,6% de pyrimiphos-méthyl est disponible qui, appliquée à raison de 100g par 90 kg de grains donne 3,3 mg/kg de perméthrine et 17,7 mg/kg de pyrimiphos méthyl (GOLOB 1987). Ces concentrations sont supérieures aux recommandations de la FAO pour les résidus associés aux céréales brutes. Mais GOLOB estime que les évaporations et la dégradation associées au traitement et l'entreposage contribuent à en diminuer les risques de façon significative.

La présence en Tanzanie d'individus résistants au lindane élimine par le fait même ce dernier comme moyen de lutte chimique. Elle doit d'autre part nous mettre en garde contre une éventuelle apparition de la résistance à la suite de l'utilisation continue d'autres insecticides neurotoxiques (ce qui est le cas des pyréthroïdes). D'où la nécessité de développer des insecticides ayant un mode d'action différent et présentant moins de risques de contamination de l'environnement et d'intoxication des utilisateurs et des consommateurs.

Il y a également la possibilité de fumigation pour les entrepôts de grande dimension. Ceci a été effectué avec succès au Togo avec la phosphine (KRALL 1984). La phosphine a également été utilisée en Tanzanie pour protéger le manioc et le maïs égrené mis en sac. On doit cependant reconnaître que c'est un moyen coûteux ayant des applications limitées.

Enfin, il est permis d'envisager une éventuelle utilisation de pesticides d'origine botanique comme l'azadirachtine et autres dérivés du margousier (Neem). Plusieurs laboratoires se sont déjà mobilisés dans cette direction (Voir SCHMUTTERER 1990)

V. PERSPECTIVES ET CONCLUSION

Les moyens dont on dispose actuellement pour lutter contre le grand capucin du maïs sont limités, coûteux, et peu efficaces sans une plus grande mobilisation de tous les intervenants ou les personnes affectés par ce fléau. Sans une aide internationale particulière les pays africains concernés auront de la difficulté à se procurer les insecticides requis. Sans attendre cette aide ces pays doivent toutefois prendre toutes les mesures appropriées pour empêcher la propagation de *Prostephanus*. Les méthodes connues de quarantaine et d'inspection doivent être particulièrement appliquées.

Il est essentiel d'accélérer les travaux sur les variétés de maïs résistantes à *P. truncatus* et acceptables aux populations concernées. Un effort particulier doit aussi être entrepris pour modifier et améliorer les méthodes de stockage, particulièrement au niveau villageois.

On doit rechercher et identifier de nouvelles molécules d'origine végétale capables de contrôler efficacement le grand capucin. Les régions tropicales sont particulièrement riches en espèces végétales possédant de telles substances. Ceci devrait permettre non seulement de trouver un moyen chimique plus efficace de combattre le ravageur, mais aussi d'assurer un approvisionnement local qui libérerait les devises fortes pour d'autres projets prioritaires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUTREY, H.V. and L.K. CUTCOMB. - (1982). Report to the government of the United Republic of Tanzania on a mission and the larger grain borer *Prostephanus truncatus* in the country FAO. Rome.
- CHITTENDEN, F.H. - (1911). Papers on insects affecting stored products. The lesser grain borer. The larger borer. Bull. Bur. Ent. U.S.D.A. 96 : 29-52.
- GOLOB, P. - (1984). Preliminary field and laboratory trials to control *Prostephanus truncatus* infestations of maize. Proc. GASGA workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 Febr. 1983. TPI Slough. Publ. GTZ Eschborn pp. 62-70.
- GOLOB, P. - (1987). Current status of the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus* (Horn) in Africa. 21 pp.
- GOLOB, P., P. CHANGJAROEN, A. AHMED and J. Cox. - (1985). Susceptibility of *Prostephanus truncatus* (Horn), (Coleoptera : Bostrichidae) to insecticides. J. Stored Prod. Res. 21 : 141-150.
- HODGES, R.J. - (1982). A review of the biology and control of the greater grain borer *Prostephanus truncatus* (Horn) : (Coleoptera ; Bostrichidae). Trop. Stored Prod. Inf. 43 : 3-9.
- HOGDES, R.J. - (1984). Field ecology and monitoring of *Prostephanus truncatus*. Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 Febr. 1983. TPI Slough. Publ. GTZ Eschborn pp. 32-48.
- HODGES, R. J. - (1986). The biology and control of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera : Bostrichidae) - A destructive storage pest with an increasing range. J. Stored Prod. Res. 22: 1-14.
- HODGES, R.J., J. MEIK et H. DENTON. - (1985). Infestation of dried cassava (*Manihot esculenta* Crantz) by *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera, Bostrichidae). J. Stored Prod. Res. 21 : 73-77.
- HOWARD, D.C. - (1984). The ability of *Prostephanus truncatus* to breed on different maize varieties. Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 Febr. 1983. TPI. Slough. Publ. GTZ Eschborn pp. 17-30.
- KRALL, S. A new threat of farm-level maize storage in West Africa : *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera : Bostrichidae). Trop. Stored Prod. Inf. 50 : 26-31.
- MCFARLANE, J.A. - (1988). Pest management strategies for *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera; Bostrichidae) as a pest of stored maize grain : present status and prospects. Tropical Pest Management 34 : 121-132.

- MUSHI, A.M. - (1984). The larger borer (*Prostephanus truncatus* (Horn) problem in Tanzania. Proc. GASCA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 Febr. 1983. TPI Slough. Publ. GTZ Eschborn pp. 71-88.
- SCHMUTTERER, H. - (1990). Properties and potential of natural pesticides from the Neem tree, *Azadirachta indica*. Ann. Rev. Ent. 35 : 271-297.
- WATTERS, F.L. - (1984). Biology and control of *Prostephanus truncatus* (Horn). Proc. GAGSA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 Feb. 1983. TPI Slough. Publ. GTZ. Eschborn pp. 49-59.

2.7. ÉTUDE DE L'ACTION BIOLOGIQUE DES DOSES SUBLÉTALES DE PERMÉTRINE VIS-À-VIS DU GRAND CAPUCIN DU GRAIN, *PROSTEPHANUS TRUNCATUS* (HORN) (COL., *BOSTRYCHIDAE*)

HAUBRUGE E. VERSTRAETEN Ch. et GASPAR Ch.
Unité de Zoologie Générale et Appliquée Faculté
des Sciences Agronomiques de Gembloux
B-5800 Gembloux, Belgique

Résumé

Prostephanus truncatus est connu depuis la fin du siècle dernier, en Amérique Centrale comme faisant des dégâts sur le maïs stocké.

Introduit accidentellement en Afrique, au début des années 1980, il s'est acclimaté à ce nouveau continent où sa présence a été signalée, pour la première fois, en 1981 en Tanzanie et ensuite au Togo. Il s'est rapidement répandu à partir de ces deux pôles et infeste actuellement le Bénin, le Burundi et le Sud du Kenya où ce ravageur s'avère être un grand fléau non seulement pour le maïs mais aussi pour le manioc et d'autres céréales (sorgho, blé...).

Actuellement, seule, l'application de pyréthriinoïdes, comme la perméthrine, en action préventive, assure un contrôle efficace.

Dans le but de mieux connaître l'action des pyréthriinoïdes sur *Prostephanus truncatus*, nous avons réalisé des essais portant sur les effets de doses subléthales de perméthrine à l'égard de ce déprédateur.

Deux souches de *Prostephanus truncatus* provenant du Togo et de la Tanzanie ont été mises en contact avec des grains de céréales traités à la perméthrine (0; 0,1 ; 0,2 ; 0,5 ; 1 ; 2 ; et 5 ppm). Après 10 semaines, le nombre d'adultes vivants a été observé et une estimation des dégâts a été réalisée. Les expériences ont été réalisées dans l'obscurité. La température et l'humidité ont été maintenues respectivement à 30°C et 80% HR dans une chambre conditionnée.

Les résultats montrent que la perméthrine influence le développement du Grand Capucin du Grain, même aux doses les plus faibles. On observe aussi l'apparition d'une nouvelle génération de *P. truncatus* à des doses de 1 et 2 ppm.

L'action répulsive de la perméthrine à l'égard de *Prostephanus truncatus* a été également évaluée en laboratoire.

I. INTRODUCTION

Prostephanus truncatus (Horn) est, depuis la fin du siècle dernier, connu en Amérique Centrale comme faisant des dégâts sur le maïs stocké sous forme de grains ou d'épis spathés (LESNE, 1987 ; ZACHER, 1926).

Introduit accidentellement en Afrique, au début des années 1980, le Grand Capucin du Grain, *Prostephanus truncatus* HORN (Col., Bostrychidae) s'est acclimaté à ce nouveau continent où sa présence a été signalée, pour la première fois, en 1981 en Tanzanie (DUNSTAN & MAGAZINI, 1981) et ensuite au Togo (HARNISCH & KRALL, 1984). Il s'est rapidement répandu à partir de ces deux pôles et infeste actuellement le Bénin (LABORIUS 1985), le Burundi (LABORIUS et al, 1985) et le Sud du Kenya (MUHIHU & KIBATA, 1985).

Sur le continent africain, ce ravageur s'avère être un grand fléau non seulement pour le maïs mais aussi pour le manioc et d'autres céréales (sorgho, blé,...). Une étude consacrée aux pertes causées par ce coléoptère en Tanzanie a montré que les pertes moyennes en poids dépassant les 9% au cours d'une saison entière de stockage sont courantes. On a calculé qu'il pourrait en résulter pour la Tanzanie une perte financière de plusieurs dizaines de millions de dollars par an si l'on ne met pas un frein aux dommages causés par *Prostephanus truncatus* (GILMAN, 1984).

Suite à la découverte de ce nouveau ravageur en Afrique, de nombreux programmes d'études et de recherches ont été mis en oeuvre pour trouver des méthodes de lutte contre le Grand Capucin du Grain. Actuellement, seule l'application de pyréthrinoïdes comme la perméthrine, en action préventive, assure un contrôle efficace (GOLOB & al., 1985 ; MUHIHU & KIBATA, 1985).

Dans le but de mieux connaître l'action des pyréthrinoïdes sur *Prostephanus truncatus*, nous avons réalisé des essais portant sur les effets de doses sublétales de perméthrine à l'égard de ce déprédateur.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Conditions expérimentales

Les deux souches de *Prostephanus truncatus* proviennent de la région de Lomé au Togo et de la région d'Aruscha en Tanzanie. Elles ont été élevées à 30°C et 80% HR. Les insectes utilisés pour les essais sont âgés de 0-14 jours et de sexe indéterminé.

La matière active étudiée est la perméthrine, insecticide de contact de la famille des pyréthrinoïdes. Ce pesticide a été utilisé sous forme de concentré émulsionnable (AMBUSH à 250 g/l de perméthrine).

Les expériences ont été réalisées dans l'obscurité. La température et l'humidité ont été maintenues respectivement à 30°C et 80% HR dans une chambre conditionnée.

2. Dispositifs expérimentaux

Essai 1 : activité biologique des doses sublétales de perméthrine à l'égard de *Prostephanus truncatus*.

a. Traitement des grains

Pour chacune des doses de matière active à tester, 1000 g de grains de froment ont été introduits dans une sphère en verre, animée d'un mouvement de rotation qui assure un brassage énergétique. Les grains en mouvement sont pulvérisés par 10 ml d'une émulsion de titre connu en matière active (m.a.) ; ce procédé permet une dispersion homogène du produit dans la masse des grains l'application commence à la dose la plus faible et la sphère est nettoyée à l'acétone entre chaque application. Les grains sont laissés à l'air libre pendant 12 heures.

b. Bioessais

Pour chaque souche, 3 lots de 300 g de grains traités à chacune des doses et 3 lots identiques de grains témoins sont mis en flacon et sont infestés par 75 adultes non sexés et âgés de 1 à 14 jours. Les insectes vivants sont dénombrés après 10 semaines de contact avec les grains traités et non traités.

c. Estimation des dégâts

Après avoir compté le nombre d'insectes présents, les lots de grains ont été mis à l'étuve à 60°C pendant 24 heures. Ces lots ont été ensuite tamisés. La quantité de particules < 1 mm (farine et déjections d'insectes) produite par *P. truncatus* et la quantité de grains infestés pendant 10 semaines ont été pesées. La proportion de "frass" par rapport aux grains infestés a été calculée.

Essai 2 Activité répulsive de la perméthrine vis-à-vis de *Prostephanus truncatus*.

d. Test de répulsion sur grains

Cette expérience est réalisée avec des grains de blé traités avec une émulsion concentrée, à raison de 0,1 0,5 et 1 ppm en matière active. 100 g de grains traités sont déposés d'un côté d'une cuve en verre (150 mm x 60 mm x 50 mm) et 100 g de grains non traités de l'autre côté. Pour chaque souche, 25 adultes, non sexés et d'âge indéterminé, sont placés au centre de la cuve. Après 5 jours, le nombre d'adultes présents dans chaque lot de grains est observé et le taux de répulsion est calculé :

Taux de répulsion = C - T

où C = nombre d'adultes sur la partie non traitée et T = nombre d'adultes sur la partie traitée.

III. RÉSULTATS

Essai 1 : Activité biologique de la perméthrine

Les résultats montrent que la perméthrine est efficace à 100%, pour une dose de 2 ppm en matière active, vis-à-vis du Grand Capucin du grain originaire du Togo et, pour une dose de 5 ppm en matière active, à l'égard de *P. truncatus* originaire de Tanzanie.

Les résultats, concernant le nombre d'insectes après 10 semaines, sont repris dans les tableaux n° 1 et n° 2.

Tableau I : Nombre d'individus de *P. truncatus*, originaires du Togo après 10 semaines, dans des grains traités à différentes doses de perméthrine.

Répétitions	Doses	T	0,1	0,2	0,5	1	2	5
1		704	737	532	425	105	0	0
2		675	639	528	516	256	0	0
3		577	530	542	499	162	0	0
Moyenne		652	635	534	480	174	0	0
% de réduction		0	2,6	18,1	26,4	73,3	100	100

Tableau II : Nombre d'individus de *P. truncatus*, originaires de Tanzanie, après 10 semaines, dans des grains traités à différentes doses de perméthrine.

Répétitions	Doses	T	0,1	0,2	0,5	1	2	5
1		286	160	225	181	90	4	0
2		369	262	202	103	99	0	0
3		346	272	208	240	49	17	0
Moyenne		336	231	212	175	79	7	0
% de réduction		0	30,6	36,3	47,4	76,3	97,9	100

Pour des doses inférieures à 2 ppm, nous observons l'apparition d'une nouvelle génération. Toutefois, le nombre d'insectes présents dans les grains traités est inversement proportionnel à la dose de perméthrine appliquée. Aux doses les plus faibles (0,1 et 0,2 ppm), on remarque également une réduction de la population de *P. truncatus* par rapport aux lots témoins.

Les tableaux III et IV montrent les dégâts provoqués par *P. truncatus* dans des grains de blé après 10 semaines.

Tableau III : Quantités moyennes (en g) de particules inférieures à 1 mm et supérieures à 2,5 mm dans les lots de grains traités à différentes doses et infestés par *P. truncatus*, originaire du Togo.

Doses en (ppm)	Quantité moyenne de particules < 1 mm (en gr)	Quantité moyenne de particules > 2,5 mm (en gr)	Proportion des particules < 1 mm (en %)
Témoin	71,74	192,86	37,20
0,1	66,66	195,86	34,00
0,2	60,20	205,76	29,30
0,5	57,30	211,36	27,10
1	18,56	257,26	7,20
2	0,53	278,90	0,02
5	0,00	279,30	0,00

Tableau IV : Quantités moyennes (en g) de particules inférieures à 1 mm et supérieures à 2,5 mm dans les lots de grains traités à différentes doses et infestés par *P. truncatus*, originaire de Tanzanie.

Doses en (ppm)	Quantité moyenne de particules < 1 mm (en gr)	Quantité moyenne de particules > 2,5 mm (en gr)	Proportion des particules < 1 mm (en %)
Témoin	37,26	240,40	15,50
0,1	27,10	253,30	10,70
0,2	27,83	251,95	11,00
0,5	17,13	263,80	6,50
1	8,40	275,50	3,00
2	1,50	284,50	0,05
5	0,00	284,10	0,00

D'importants dégâts sont occasionnés par la souche d'insectes originaires du Togo dans les grains traités entre 0 et 0,5 ppm de perméthrine et par celle provenant de Tanzanie dans les grains traités entre 0 et 0,2 ppm.

A des doses de 1 et 2 ppm, on remarque également, pour les deux souches, de faibles dégâts.

Essai 2 : Activité répulsive de la perméthrine

Les résultats concernant les effets répulsifs de la perméthrine vis-à-vis de *P. truncatus* originaire de Tanzanie sont repris dans le tableau V. Ils indiquent qu'il n'y a pas d'effet répulsif de la pyrethrine.

Tableau V : Nombre d'insectes présents dans chaque lot de grains traités et non traités pour chaque dose et taux de répulsion

Répétitions	Doses (en ppm)					
	1 ppm			2 ppm		
	Grain non traités	Grains traités	Taux de répulsion	Grains non traités	Grains traités	Taux de répulsion
1	8	17	- 1,25	4	21	- 4,25
2	13	12	0,08	12	12	0,08
3	10	15	- 0,50	16	9	0,44

Au vu des résultats très hétérogènes, il n'est pas possible de mettre en évidence des effets répulsifs de la perméthrine à l'égard du Grand Capucin du grain. On observe même des taux de répulsion négatifs.

IV. DISCUSSION

Pour lutter efficacement contre *P. truncatus*, la perméthrine doit être appliquée sur les grains à des doses supérieures à 2 ppm. En effet, on observe l'apparition d'une nouvelle génération de *P. truncatus* dans des grains de blé traités à la dose de 1 ppm, pour la souche originaire du Togo, et à la dose de 2 ppm, pour celle provenant de Tanzanie.

Actuellement en Tanzanie, la perméthrine, sous la forme de poudre à poudrer est efficace à la dose de 2,8 ppm contre le Grand Capucin du grain (COLOB, 1987.). Au Togo, le mélange de perméthrine et de pyrimiphos-méthyl est utilisé à raison, respectivement de 1,5 ppm et de 5 ppm (LABORIUS, communication personnelle).

Les doses inférieures à 2 ppm montrent une activité biologique vis-à-vis de ce déprédateur. Le nombre d'insectes vivants après 10 semaines est inversement proportionnel à la dose appliquée.

HODGES & MEIK (1986) ont également montré que des effets similaires, occasionnés par des doses sublétales existaient à l'égard de *Tribolium castaneum* (Col. tenebrionidae) et de *Sitophilus zeamais* MOTSCH (Col., Curculionidae).

PRANAT et al. (1983) ont d'ailleurs mis en évidence que la perméthrine avait des effets sur l'oviposition et la croissance larvaire de *T. castaneum* HERBST.

Malgré cette activité biologique sur *P. truncatus*, la perméthrine, appliquée à des doses inférieures à 2 ppm, ne permet pas une éradication totale de l'insecte dans les grains traités. Dès lors, ces doses sublétales de perméthrine auraient pour conséquence de sélectionner des souches de plus en plus tolérantes à l'égard de ce pyréthrianoïde.

L'étude des résultats concernant les dégâts montrent que *P. truncatus* provoque d'importantes pertes dans les stocks de céréales même dans des lots de grains traités à la perméthrine.

Durant une période d'observation de 3 à 6 mois, GOLOB et HODGES (1982) ont observé des pertes de poids relatives moyennes de 9%. GILES & LEON (1984) faisaient état des pertes atteignant 40% après 6 mois de stockage au Nicaragua.

La perméthrine appliquée à des doses inférieures à 5 ppm dans les grains de céréales ne permet pas d'éviter des dégâts causés par *Prostephanus truncatus*.

Au Nicaragua, ADESUYI (1982) observa même des pertes de poids de 13, 11 et 8,7% après 8 mois de stockage respectivement pour des traitements de 5, 10 et 15 ppm de ce pyréthrianoïde.

Les essais réalisés au Laboratoires n'ont pas mis en évidence l'effet répulsif de la perméthrine à l'égard de *P. truncatus* ; bien que HODGES & MEIK (1986) aient montré le caractère insectifuge de la perméthrine sur différentes souches d'insectes en Tanzanie.

Le test de répulsion décrit par DON PEDRO (1985) et utilisé dans ce travail ne permet pas une évaluation correcte pour *P. truncatus*. En effet, cet insecte, originellement xylophage, possède des pattes courtes et mal adaptées à la locomotion. Lorsque l'insecte est en contact avec la perméthrine, même à des faibles doses, il est dans l'incapacité de se tenir debout et de marcher sur des surfaces planes ; il ne peut donc pas se mouvoir suffisamment pour s'éloigner des grains traités.

Il faudrait envisager une expérimentation proche de celle décrite par COLLIN & al. (1988) grâce à laquelle ils ont mis en évidence le caractère répulsif de la bioesméthrine à l'égard de *Rhyzopertha dominical* L., *Tribolium castaneum* HERBST et *Sitophilus oryzae* L.. Ils ont disposé deux lots de grains non traités et traités l'un au-dessus de l'autre et ils ont étudié la dispersion des insectes dans chacun des lots. Cette technique permettrait au Grand Capucin du grain de ne pas être en contact avec des surfaces planes et donc de faciliter les déplacements et la dispersion dans les grains.

En Afrique Tropicale, d'autres ravageurs comme *Sitophilus zeamais* MOTSCH infestent les mêmes lieux que le Grand Capucin du grain. GOLOB & al. (1985) ont montré qu'en conditions naturelles, dans les stocks de maïs spathes, une grande partie des dégâts provenait à la fois de *P. truncatus* et *S. zeamais*.

HODGES & MEIK (1986) ont obtenu, en Laboratoire, de nouvelles générations de *Sitophilus zeamais* dans des grains de maïs traités à 3 et 6 ppm de perméthrine. Au Nigéria, le traitement à 5 ppm a donné une protection efficace contre le Charançon du maïs pendant 8 mois de stockage (ADESUYYI, 1982). Dans la région de Tabora en Tanzanie, une dose de 2,5 ppm dans des grains de maïs a permis un bon contrôle de *S. zeamais* pendant 10 mois de stockage (HODGES & MEIK, 1986).

L'utilisation des doses supérieures à 2 ppm s'avère donc être nécessaire pour lutter efficacement contre ces déprédateurs très importants.

Toutefois, pour éviter l'apparition de souches tolérantes à l'égard de cet insecticide, il serait opportun soit d'altérer les pesticides à appliquer soit d'utiliser un mélange composé de ce pyréthrinoloïde avec un organophosphoré comme le pyrimiphos-méthyl.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADESUYI, S.A. (1982). Fields trials with permethrin dust for the control of insect infestation on stored maize in southern Nigeria. *J. Stored Prod. Res.* 18: 125-130.
- COLINS, P.J., SINCLAIR, E.R., HOWITT, C.J. & HADDRELL, R.L. (1988). Dispersion of grain beetles in grain partially treated with insecticides. *J. Econ. Entomol.* 81 : 1810-1815.
- DUNSTAN, W.R., & MAGAZINI, I.A. (1981). Outbreaks and new records Tanzania, the larger grain borer on stored products. *FAO Plant Protection Bulletin* 29 : 80-81.
- DON-PEDRO, K.N. (1985). Toxicity of some citrus seeds to *Dermestes maculatus* DEG. and *Callosobruchus maculatus* (F.). *J. Stored Prod. res.* 21 : 31-34.
- GILES P.H., & LEON, D.S. (1974). Infestation problems in farm stored maize in Nicaragua. *Proceedings of the 1st International Working Conference on Stored Products Entomology, Savannah, Georgia, USA ; Oct. 7-11 th 1974 : 68-76.*

- GILMAN, G.A. (1984). Présence et importance économique de *Prostephanus truncatus* et efforts supra-régionaux visant à empêcher sa prolifération en Afrique. Compte rendu du Séminaire International sur le contrôle de l'infestation des denrées stockées par *Trogoderma granarium* et *Prostephanus truncatus*, Lomé : 71-77.
- GOLOB, P. (1987). Current status of the larger grain *Prostephanus truncatus* in Africa. (Horn) Report, Regional study workshop. ICIPE 11-15 Oct. 1987. Nairobi, 16 pp.
- GOLOB, P., CHANGJAROEN, O., AHMED, A. A & COX, J. (1985). Susceptibility of *Prostephanus truncatus* to insecticides. J. Stored Prod. Res. 21 : 141-150.
- GOLOB, P., & HODGES, R.J. (1982). Study of an outbreak of *Prostephanus truncatus*. (Horn) in Tanzania. Tropical Stored Products institut G. 164, 23 pp.
- HARNISCH, R. & KRALL, S. (1984). Togo : Further distribution of the larger grain borer in Africa. FAO Plant Protection Bulletin, 32 : 113-114.
- HODGES, R.J. & MEIK, J. (1986). Létal and sublétales effets de perméthrin sur des souches de Tanzanie de *T. castaneum*, *S. oryzae*, *Gnathocerus maxillosus* et *S. zeamais*. Insect Sci. Applic. 7 : 533-537.
- LABORIUS, G.A., LEVIVELD, B. & KEIL, H. (1985). Der Grobe Kornborer, *Prostephanus truncatus*. Einer neuer Vorratsschädling in Afrika. der Praktische Schädlingbekämpfer 9/85 : 179-186.
- LESNE, P. (1987). Révision des coléoptères de la famille des Bostrichidae. Annales de la Société entomologique de France 66 : 342-343.
- MUHIHU, S.H. & KIBATA, G.N. (1985). Developping a control programme to combat an outbreak of *Prostephanus truncatus* in Kenya. Tropical Sciences 25 : 239-248.
- PRANATA, R.J., HAINES, C.P., ROESLI, R., & SUNYRA. (1983). Dust admixture treatment with permethrin for the protection of rough rice and milled rice. In Maintaining Good Grain Quality : Proceedings of the 6th Annual Work-shop on Grain Post-Harvest Technology, 234 pp.
- ZACHER, F. (1926). Schädlinge im Guatemala - Mais. Mitteilungen des Gesellschaft für Vorratschutz 2 : 45-47.

Remerciements : Nous remercions Monsieur J.C. GILSON pour son assistance technique et scientifique, ainsi que Monsieur C. WONVILLE, pour l'aide apportée lors de la réalisation de ce manuscrit.

2.8. ÉTUDE DE LA SUSCEPTIBILITÉ DU GRAIN DE MAÏS (*ZEA MAYS*) AUX ATTAQUES DU GRAND CAPUCIN *PROSTEPHANUS TRUNCATUS* (HORN) (COLEOPTERA : BOSTRYCHIDAE)

Bernard CONILH DE BEYSSAC - J. Thor. ARNASON
et Bernard J.R. PHILOGÈNE

Département de Biologie, Université d'Ottawa
Ottawa, Canada K1N 6N5

Résumé

La résistance ou susceptibilité des grains de maïs aux attaques du Grand Capucin (Prostephanus truncatus, Horn)- est liée à la dureté du grain : celle-ci paraît en relation avec la proportion d'endosperme vitreux et la teneur en acides phénoliques. La présence de l'acide P. coumarique qui inhibe les performances de l'insecte semble être un bon indicateur d'une éventuelle résistance du maïs aux attaques du Grand Capucin.

I. INTRODUCTION

Avec le riz et le blé, le maïs est une des trois denrées les plus cultivées dans le monde. Ses grains servent à l'alimentation de l'homme, des animaux, et les usages industriels du maïs sont très nombreux. En Afrique, le maïs est un des aliments de base, mais souvent les conditions économiques, sociales et/ou culturelles ne permettent pas un haut rendement. Ainsi il devient d'autant plus important de minimiser les pertes substantielles, estimées de 30 à 50%, qui ont lieu après récolte (GOLOB, 1984).

Un exemple récent et qui nous concerne ici est le cas du Grand Capucin du maïs, *Prostephanus truncatus*, nouvellement introduit en Afrique probablement lors d'une aide internationale. En Tanzanie, lieu d'introduction en Afrique (DUNSTAN & MAGANI, 1981) des pertes de poids des grains engrangés allant jusqu'à 34% ont été observées après 3 à 6 mois (HODGES et al., 1983). La mise au point de variétés de maïs résistantes aux attaques de *P. truncatus* pourrait être une stratégie vis-à-vis des problèmes posés par cet insecte.

Afin d'étudier les facteurs de la résistance ou de la susceptibilité des grains de maïs aux attaques du Grand Capucin nous avons mesuré ses performances dans sept différentes variétés sélectionnées par le CIMMYT (MEXICO). Nous avons ensuite essayé de les corréler avec les caractéristiques physico-chimiques des grains, afin de cerner s'il pouvait exister un ou plusieurs facteurs pouvant inhiber significativement les performances de l'insecte.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

L'insecte et ses performances

Une colonie-mère a été élevée dans un bocal de 1 litre rempli de farine de maïs entier et de levure de bière, dans les proportions 20 : 1, dans lequel on a ajouté quelques grains de maïs entiers Américain Yellow (RITCHIE). Le bocal était gardé sous humidité et température ambiante (50 - 60% H.R et 20 - 25°C).

Une série de tests sans choix, avec cinq réplicats, a été réalisée comme suit pour chaque cultivar testé, *Hlonga* 8032, *Muneng* 8128, *Mexico* 212, *Poza rica* 8121, *Across* 7740 *Qpm* et *Ratnay-Arnold* 8149.

Environ 100 grammes de grains entiers et intacts ont été placés dans un bocal de 500 ml avec cinquante insectes adultes, non sexés et d'âge indéterminé. Ce milieu fut stabilisé par le poids d'une douzaine de billes de verre de 1 cm de diamètre. Après 15 jours les performances suivantes ont été mesurées :

- le taux de grains légèrement et profondément endommagés ;
- un coefficient de pénétration égal au rapport entre le nombre de grains effectivement pénétrés et le nombre total de grains endommagés ;
- la quantité de poudre produite en g ;
- la perte de poids des grains en % ;
- la consommation journalière par adulte en mg/jour/adulte ;
- le poids des adultes en mg après les 2 semaines d'infestation.

Afin de mesurer l'oviposition, nous avons placé un mâle et une femelle d'âge maximum de 3 semaines dans une fiole contenant 3 grammes de grains broyés, 5 réplicats par cultivar. Les oeufs furent régulièrement récoltés à l'aide d'un tamis # 60 pendant 15 jours. Le nombre d'oeufs récoltés fut divisé par le nombre de jours pour avoir ainsi un nombre d'oeufs/jour/femelle.

Un test avec choix fut aussi réalisé dans une arène de 18 cm de diamètre contenant les sept variétés testées, placées de façon aléatoire, et deux emplacements vides. 100 adultes ont été relâchés au centre de l'arène à environ 6 cm des sources et laissés pendant dix jours, après quoi, le nombre d'insectes retrouvés dans chaque cultivar fut enregistré (5 réplicats par cultivar).

Les grains et leurs caractéristiques

Les caractéristiques physiques mesurées sont la taille-densité (de grains dans 100g), la dureté (force nécessaire pour briser le grain) et la plasticité des couches externes (déformation du grain, en mm, avant cassure).

Les caractéristiques biochimiques sont :

- l'humidité partielle, libérée par le grain intact, et l'humidité totale, libérée après broyage;
- la teneur estimée en protéines (titrage d'azote par procédure Kjeldahl) ;
- la teneur totale en lipides (% de poids sec extraits dans l'hexane) ;
- les teneurs en sucres : sucrose, glucose et fructose (extraction dans l'eau quantification par HPLC, mg/g) ;
- les teneurs en acides phénoliques : acide férulique et acide para-coumarique (Hydrolyse alcaline, extraction dans l'acétate d'éthyl et quantification par HPLC, mg/g).

Chacune de ces performances et caractéristiques furent analysées statistiquement afin de voir s'il y avait des différences significatives entre les différentes variétés (test ANOVA et méthode HSD de TUKEY ou KRUSKAL - WALLIS $p = 0,05$) et s'il existait des corrélations significatives (PEARSON) entre d'une part, les performances de l'insecte entre elles, et d'autre part ces performances et les caractéristiques des grains. Ces analyses ont été réalisées à l'aide du programme SAS.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans notre sélection de variétés on rencontre effectivement différentes susceptibilités quant aux attaques de *Prostephanus truncatus* (HORN.) Le principal dommage est dû aux forages et aux tunnels réalisés par l'adulte, produisant une grande quantité de poudre où se mélangent farine, excréments et exuvies. On a trouvé des corrélations significatives ($p < 0,1$) entre le pourcentage de dommage et la quantité de poudre produite ($R = 0,66$).

Cette activité transformatrice de l'adulte, libérant l'amidon de l'endosperme en une farine plus facile à consommer et plus apte au développement des larves, est directement responsable d'une meilleure performance reproductrice. En effet, l'oviposition, telle que mesurée, est positivement et significativement corrélée avec cette production de poudre ($R = 0,784$) (Fig. 1 a) et la consommation de l'adulte ($R = 0,769$).

Lors du test avec choix, la préférence du Grand Capucin a été significativement corrélée avec la consommation ($R = 0,95$), avec la quantité de farine libérée ($R = 0,77$) et aussi avec l'oviposition ($R = 0,81$) (Fig. 1 c). Cela pourrait suggérer que *P. truncatus* serait capable de choisir les variétés les plus susceptibles de libérer leur amidon, facilitant par conséquent la consommation et l'oviposition. SILVA et al (1981), BELL et WATTERS (1982), RAMIREZ et SILVER (1983) ainsi que HOWARD (1983) et 1984 avaient déjà signalé cette préférence pour les variétés farineuses et tendres. HOWARD (1983) ajoutait que le taux d'oviposition semble être le paramètre le plus sensible aux caractéristiques variétales. Dans notre sélection, à part Cacahuacintle, tous les grains présentent une bonne proportion d'endosperme vitreux. Dans ce dernier, les grains d'amidon sont emballés dans une matrice protéinique amorphe, plus épaisse et plus continue que dans l'endosperme farineux, et qui durcit considérablement lors du séchage du grain. La proportion de ces deux types d'endosperme influence significativement la taille et la dureté du grain (KIRLEIS, 1984). Une forte proportion d'endosperme vitreux pourrait rendre l'amidon moins accessible limitant la production de farine par les adultes et inhibant ainsi la consommation et l'oviposition. La dureté et la taille et/ou de la densité du grain semblent donc jouer un rôle important dans la baisse de la susceptibilité aux attaques du Bostryche. En effet, la taille telle qu'exprimée ici, influence négativement le coefficient de pénétration ($R = -0,81$), la production de poudre ($R = -0,88$), la consommation ($R = -0,84$), l'oviposition ($R = -0,69$) et la préférence ($R = -0,895$) (fig. 1 d). Ces effets négatifs sont appuyés par une corrélation négative entre la dureté et l'oviposition ($R = -0,818$) (fig. 1 b).

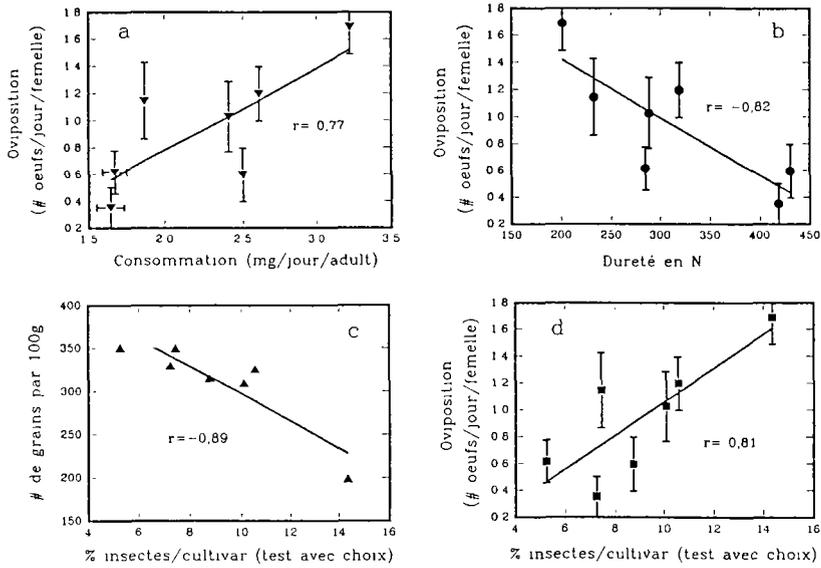


Figure 1 : Régressions linéaires et coefficients de corrélation ($a < 0,1$) entre quelques performances de *Prostephanus truncatus* sur sept cultivars testés.

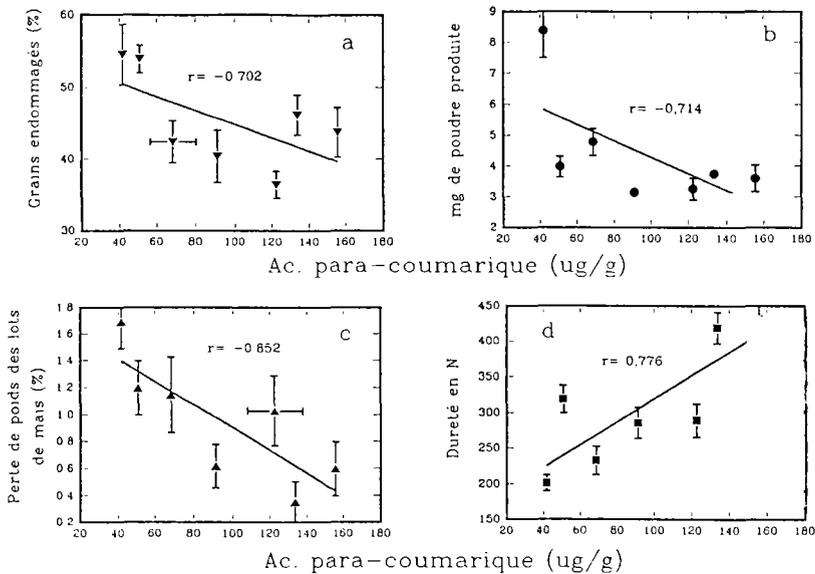


Figure 2 : Régressions linéaires et coefficients de corrélation ($a < 0,1$) entre trois performances de *Prostephanus truncatus* et la dureté des grains en fonction de la teneur en acide p-coumarique.

Dans une étude similaire sur la susceptibilité des grains de maïs à *Sitophilus zeamais*, SERRATOS (1987) montrait l'importance des acides phénoliques et plus particulièrement de l'acide férulique, qui augmenterait la dureté du grain et serait responsable d'un effet anti-appétant. Dans notre recherche, l'acide para-coumarique influencerait positivement la dureté des grains ($R=0,776$) et négativement les dommages ($R=-0,70$), la quantité d'amidon libéré ($R=0,71$) et l'oviposition ($R=-0,85$) (Fig.2 a, b, c, d). Ces acides hydroxycinnamiques sont connus pour émettre, par fluorescence, à 440 nm lorsqu'ils sont excités sous 365 nm. Cette propriété permet, par microspectrophotométrie de localiser ces molécules dans une coupe du grain, où la fluorescence est particulièrement intense dans les couches externes : le péricarpe et la couche d'aleurones (SEN, communication personnelle). Ceci appuie fortement l'hypothèse d'un rôle protecteur. La présence de ces acides dans les parois celluloses ou lignifiées des différents tissus du grain limiterait l'accessibilité de l'amidon, en plus de baisser éventuellement la digestibilité des fibres insolubles (TOWERS, communication personnelle). Mais en plus de durcir les parois cellulaires, ces molécules, par leur capacité de dimériser et de former des liaisons ester, une fois ingérées et libérées dans le *lumen* du tube digestif de l'insecte, seraient responsables d'une agglutination et d'un durcissement du chyme alimentaire, inhibant l'absorption. Cet effet a été observé par microscopie électronique dans l'intestin moyen de *Sitophilus zeamais* alimenté pendant 24 heures d'une diète méridique où avait été incorporé 1 mg/g d'acide férulique (SEN, communication personnelle). De plus un effet corrosif sur les parois intestinales de *Sitophilus zeamais* et *Prostephanus truncatus* a aussi été observé sous les mêmes conditions (SEN, communication personnelle). Soulignons que les fortes corrélations entre la teneur en acide p-coumarique et les principales performances de l'insecte devraient suggérer un effet plus direct et autre que l'augmentation de la dureté du grain. Des tests d'anti-appétance et de toxicité sont actuellement en cours dans nos laboratoires. Différentes formes liées de ces acides phénoliques sont présentement extraites et testées : des glycosides solubles ainsi que des amides pourraient présenter des effets plus aigus voir toxiques, comme par exemple le feruloyl-putrescine qui serait mortel pour *Sitophilus zeamais* et *Prostephanus truncatus* (SEN, communication personnelle).

La teneur en lipides influence positivement les performances du grand capucin étant fortement corrélée avec la quantité de poudre produite ($R=0,72$), le coefficient de pénétration ($R=0,69$), la consommation ($R=0,89$), l'oviposition ($R=0,75$) et enfin avec le choix ($R=0,94$). La teneur en sucres ne semble pas avoir eu un effet sur la différence de susceptibilité des cultivars testés. Par contre il est peut-être intéressant de noter que la teneur en protéines et leur qualité joueraient un rôle ambigu : en effet l'endosperme vitreux est directement influencé par la teneur en protéines constituant la matrice amorphe responsable en partie de la dureté du grain et de l'inaccessibilité de l'amidon.

IV. CONCLUSION

Cette étude de la susceptibilité du grain de maïs aux attaques de *Prostephanus truncatus*, confirme que la dureté joue un rôle déterminant dans le mécanisme de la résistance du grain. Tous les paramètres pouvant influencer cette dureté, comme la taille, l'humidité, la proportion d'endosperme vitreux et la teneur en acides phénoliques doivent être pris en considération dans l'amélioration et la sélection de variétés éventuellement résistantes au grand capucin. L'importance de l'acide p-coumarique, qui semble inhiber significativement les performances de l'insecte et particulièrement l'oviposition, est mise en valeur ici. Des études nutritionnelles avec les différentes formes liées de ces acides sont présentement réalisées, afin de détecter d'éventuels effets toxiques et/ou anti-appétants. Toutefois, la présence de ces acides serait un très bon indicateur d'une éventuelle résistance au sein du plasma germinatif du maïs.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BELL R.J. and WATTERS F.L. - (1982). Environmental factors influencing the development and rate of increase of *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera : Bostrichidae) on stored maize. J. stored Prod. Res. 18, 131-142
- DUNSTAN W.R. & MAGAZINI I.A. (1981). Outbreaks and new records in Tanzania, of the larger Grain Borer on stored products. FAO Plant Protection Bulletin, 29, pp 31-34.
- GOLOB P. (1984). Preliminary field and laboratory trials to control *Prostephanus truncatus* infestions of maize. proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 February, 1983, TPI. Slough. Publ. GTZ. Eschborn ed., 62-70.
- HODGES R.J., DUNSTAN W.R., MAGASINI I. and COLOB P. - (1983). An outbreak of *Prostephanus truncatus* (horn.) (Coleoptera : Bostrichidae) in East Africa. Prot. Ecol. 5, 183-194.
- HOWARD D.C. - (1983). The population biology of the greater grain BORER *Prostephanus truncatus* (Horn). Ph.D. Thesis. University of Reading.
- HOWARD D.C. (1984). The ability of *Prostephanus truncatus* to breed on different maize variety. Proc. GASGA Workshop on the Larger Grain Borer *Prostephanus truncatus*, 24-25 February, 1983, TPI. Slough. Publ. GTZ. Eschborn ed., 17-31.
- KIRLEIS A.W., CROSBY K.D. and HOUSLEY T.L. (1984). A method for quantitatively measuring vitreous endosperm area in sectioned sorghum grain. Cereal Chem. 61 : 556-558.
- RAMIREZ MARTINEZ M. and SILVER B.J. (1983). Deterioration and damage produced in corn grains in Mexico by *Prostephanus truncatus* (Horn). (Coleoptera: Bostrichidae). Biodeterioration. Vol.5 pp 585-591.
- SERRATOS A.J.H. (1987). Resistance of indigenous races of maize to infestation by the maize weevil *Sitophilus zeamais* Motsch. MSc. Thesis. University of Ottawa.
- SILVA B.I., RAMIREZ MARTINEZ M. and MACGREGOR LOAEZA. (1981). Resistencia de diez variedades de maiz al ataque de *Prostephanus truncatus* (Horn). (Coleoptera: Bostrichidae). Folia Ent. Mex. 48, 49.

2.9. ÉTUDE DE L'EFFET DES LIPIDES DES GRAINES D'ANNOMA SQUAMOSA L. ET DE TETRAPLEURA TETRAPTERA SUR LA CONSERVATION DES GRAINS DE MAÏS

FOMA MAZIBO
BP. 1618
Kisangani (Haut-Zaïre)
République du ZAIRE

Résumé

*Les grains de maïs enrobés d'huile de *Tetrapleura tetraptera* et d'*Annona squamosa* L. ont permis de les protéger contre les charançons (*Sitophilus oryzae* L.) et l'alucite (*Sitotroga cerealella* Oliv.) pendant 90 jours.*

A l'issue de l'essai, les grains de maïs traités par ces huiles ont conservé leur pouvoir germinatif et leur poids moyen tandis que les grains témoins non enrobés d'huile étaient très attaqués et avaient un pouvoir germinatif faible.

*Les grains de maïs enrobés d'huile de *Tetrapleura tetraptera* et d'*Annona squamosa* L. ont permis de les protéger contre les charançons *Sitophilus oryzae* L. et l'alucite *Sitotroga cerealella* Oliv. pendant 90 jours notamment.*

I. INTRODUCTION

Le maïs, troisième culture vivrière au Zaïre après le manioc et la banane plantain est susceptible aux attaques des insectes. Parmi ces derniers, les plus importants sont les charançons et les alucites. Les principaux effets directs de l'attaque des insectes sont les pertes de poids du grain, de son pouvoir germinatif et de sa valeur nutritive.

Pour éviter des pertes énormes, des moyens de lutte sont mis au point. Les insecticides tels que le lindane, le malathion, les pyrèthrine et les fumigants se sont révélés très efficaces dans la lutte contre les insectes déprédateurs des grains de maïs.

Dans les conditions actuelles de l'agriculture zaïroise, ces composés ne sont pas utilisés par le paysan à cause soit de leur coût élevé, soit de leur faible disponibilité, soit de leur toxicité. Il est donc nécessaire, pour lutter contre les pertes des produits stockés, de recourir aux méthodes traditionnelles de protection des récoltes par l'usage par exemple des plantes ayant des propriétés insecticides.

Au cours de ce travail, les lipides extraits des graines d'*Annona squamosa* L. et de *Tetrapleura tetraptera*, ont été utilisés dans la conservation des grains de maïs par la méthode d'enrobage.

Tetrapleura tetraptera est rangé parmi les légumineuses à albumen corné dans la famille des *Mimosaceae*. C'est un arbre à rameaux subarrondis et glabres. Les feuilles sont opposées à folioles nombreuses, ovales, d'un vert foncé au-dessus et pâle en-dessous, brillantes et rigides. Les inflorescences sont axillaires, à fleurs jaunâtres, disposées en grappes linéaires, à pédoncules courts souvent alternes. Les fruits sont des gousses épaisses, longues de 14 à 24 cm, coriaces, indéhiscentes, à quatre ailes ou crêtes longitudinales. La cavité centrale de la gousse est creuse et présente de nombreuses logettes contenant chacune une graine ovale, comprimée, noire, lisse et brillante, ayant un volume d'un petit pois légèrement aplati et un poids moyen de 0,18 grammes. La graine comporte 3 parties : le spermode, l'albumen et l'embryon représentant respectivement 32,5 ; 24,3 et 43,2% du poids de la graine.

L'espèce *Annona squamosa* L. est un arbuste de la famille des *Annonaceae*. Sa taille atteint environ 4 m. Ses feuilles de 6 à 10 cm de longueur sont simples, entières, lancéolées, glabres mais parfois pubescentes quand elles sont jeunes ; l'apex et la base sont acuminés. Les fleurs globuleuses sont blanc-jaunâtres ou verdâtres. La fructification est abondante et la première a lieu vers la quatrième année. Les fruits sont des baies généralement sphériques, quelquefois ovales ou coniques de 5 à 10 cm de diamètre, jaune verdâtre à surface écailleuse, syncarpes et pluriloculaires. La pulpe blanche est sucrée et contient de nombreuses graines noires. Etant donné que les fruits sont déhiscentes à maturité complète, il faut les cueillir à temps.

Annona squamosa L. ou pomme cannelle ainsi que d'autres espèces du même genre sont de petits arbres originaires de l'Amérique méridionale et centrale. Ils ont été dispersés par l'homme et introduits en Afrique par les "blancs". La pomme cannelle préfère le climat tropical chaud et sec (ADRIAENS, 1951).

II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les graines analysées au cours de ce travail proviennent d'*Annona squamosa* et *Tetrapleura tetraptera* poussant à Yangambi (Zaïre). Les corps gras présents dans la farine obtenue après séchage et mouture de la graine ont été extraits dans l'appareil Soxhlet avec l'hexane.

Les grains de maïs de couleur blanche variété blanc Congo et de couleur jaune variété Plata jaune ont été utilisés au cours de l'expérience de la conservation. Ils ont été conservés dans les conditions habituelles d'entreposage et à la température ambiante et à l'humidité relative de Yangambi. La conservation a duré 90 jours.

La teneur en eau des grains de maïs avant la conservation était de 15%. Les impuretés (grains cassés et infestés et matières inertes) ont été débarassées des grains sains par triage pour améliorer la conservation. Le pouvoir germinatif a été déterminé au laboratoire en suivant la germination de 100 graines dans les boîtes de Petri contenant du sable fin comme substrat. Les grains étaient ensuite enrobés des lipides d'*Annona squamosa* et de *Tetrapleura tetraptera* respectivement à la concentration de 0,5 % et 1,5 %.

Un traitement (To) sans enrobage d'huile a servi de témoin et enfin un dernier traitement au lindane a été utilisé à la concentration de 0,25%. Les grains blancs Congo triés, d'humidité et de pouvoir germinatif connus, ont été repartis à raison de 490 g par traitement ; 10 g de grains de variété Plata jaune infestés par les charançons ont été introduits dans chaque lot, soit un taux d'inoculation de 2%. Les grains de variété Plata jaune nous ont permis de bien suivre l'infestation des graines triés au cours de stockage par une démarquation nette de la coloration entre l'inoculum et les grains triés. Les sachets contenant les grains étaient fermés. Ils étaient ouverts tous les 30 jours pour suivre la variation de poids et le taux d'attaque. A la fin de l'essai, le pouvoir germinatif a été déterminé pour chaque traitement et la population des prédateurs identifiée. Les grains inoculés ont été préalablement enlevés de chaque sachet avant la détermination du pouvoir germinatif. (CHAMP et DYTE, 1976 ; CTA, 1969).

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les graines enrobées d'huile d'*Annona squamosa*. Les échantillons de grains enrobés d'huile ont subi une diminution de poids de moins de 1% durant la période de stockage tandis que les échantillons de graines non traitées (To) ont accusé une diminution en poids de 5,6%. Les échantillons traités au lindane ont également subi une légère diminution en poids pendant le stockage. Le taux d'attaque des échantillons de graines témoins avait largement augmenté au cours de stockage en passant de 2% à 31%.

Les échantillons de maïs enrobés d'huile n'ont pas été attaqués durant la période de stockage. Il y avait cependant une grande proportion d'insectes morts dans les échantillons de graines enrobées d'huile. Les insectes contenus dans les échantillons de graines traitées au lindane étaient tous morts et ceux des échantillons de graines non traitées étaient vivants.

Le pouvoir germinatif au début de l'expérimentation était de 80%. A la fin de l'essai, il était de 72% pour les graines conservées à l'huile, de 23% pour les graines non traitées (témoin) et 76% pour les graines traitées au lindane.

La population des prédateurs était constituée des charançons (*Sitophilus oryzae*) en grande proportion et de l'alucite des céréales (*Sitotroga cerealella*) en faible proportion.

Les graines enrobées d'huile de *Tetrapleura tetraptera*

Nous avons également constaté, à l'issue de nos observations, que :

- 1) les échantillons traités à l'huile avaient subi une légère diminution en poids de moins de 1% ;
- 2) le taux d'attaque est plus élevé chez les graines non traitées (4,98%) que chez les échantillons traités (1%) ;
- 3) le pouvoir germinatif au début de l'expérimentation de 80% était de 40% pour les échantillons témoins et se maintenait à la valeur de 80% pour les échantillons traités à l'huile.
- 4) la population de prédateurs était également constituée de *Sitophilus oryzae* et de *Sitotroga cerealella*.

IV. CONCLUSION

Le niveau culturel du paysan africain en général et Zaïrois en particulier ne permettant pas d'utiliser sans inconvénient les produits chimiques, il est recommandable de procéder à d'autres méthodes pour la conservation des stocks.

En ce qui concerne le maïs, l'utilisation des huiles végétales pourrait être une solution peu onéreuse.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADRIAENS, E.L. - (1951). Les oléagineux du Congo belge. ministère des colonies, publication de la direction de l'Agriculture et de l'élevage, Bruxelles. 2ème édition.
- CHAMP, B.R. et DYTE, C.E. - (1976). Rapport de la FAO sur les insectes des céréales entreposées et leur sensibilité aux insecticides.
- CTA, - (1968). Les ravageurs de grains entreposés (103). Centre Régional d'Édition Technique (CRET).

2.10. IMPORTANCE ÉCONOMIQUE ET DÉVELOPPEMENT D'UNE APPROCHE DE LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES INSECTES RAVAGEURS DES STOCKS DE MAÏS, DE MIL ET DE NIÉBÉ EN MILIEU PAYSAN

Dogo SECK
Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
Laboratoire d'Entomologie des denrées stockées
B.P. 17 - Nioro du Rip (Sénégal)

Résumé

Les stocks de mil, de niébé et de maïs sont attaqués par une quinzaine d'espèces d'insectes parmi lesquelles cinq à six ont une importance économique réelle.

*Dans cette communication fondée sur cinq années de recherche au Sénégal, l'auteur fait le point des acquis, dresse les perspectives en matière de lutte intégrée contre l'entomofaune nuisible aux denrées stockées en milieu paysan et rapporte des résultats récents sur l'efficacité de *Azadirachta indica* A. Jus. sur la bruche du niébé (*Callosobruchus maculatus*).*

Enfin, compte tenu des possibilités limitées du paysan au SAHEL et donc de la nécessité d'y exploiter et d'y valoriser les ressources locales, il propose un programme de recherche sous-régional sur l'utilisation des plantes locales à effet insecticides.

I. INTRODUCTION

Au Sénégal comme dans la plupart des états sahéliens voisins, le mil, le niébé et le maïs sont les principales cultures vivrières et les fondements de l'objectif défini dans la plupart des pays de l'autosuffisance alimentaire.

Si la protection de ces cultures en végétation a été largement prise en compte dans le cadre de l'un des plus importants projets de protection des végétaux jamais réalisé en Afrique, en l'occurrence le projet du comité Inter Etats de lutte contre la sécheresse au SAHEL sur la recherche et le développement de la lutte intégrée (PLI) contre les principaux ravageurs des cultures vivrières, celle de la post-récolte par contre, n'a été à tort que très peu considérée.

En effet, si l'autosuffisance alimentaire signifie produire suffisamment, elle suppose une bonne conservation de cette production en vue de sa consommation continue.

Cette nécessité de considérer aussi les ravageurs post-récolte a été assez vite perçue par les autorités de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), qui ont toujours fait de l'entomologiste des denrées dans leurs programmes de recherche.

Au moins quinze espèces d'insectes attaquent les céréales et les légumineuses stockées en milieu paysan. Parmi celles-ci sept à huit ont une importance économique sur mil, niébé et maïs.

Notre propos est de faire le point des travaux menés depuis 1983 d'abord dans le cadre du PLI, puis du programme national de recherche sur la protection des stocks ; de dresser les perspectives et enfin, de proposer un programme de recherche sur les plantes locales à effet insecticide.

II. LES PRINCIPAUX INSECTES DU NIÉBÉ, DU MIL ET MAÏS

Six (6) Coléoptères (*Callosobruchus maculatus* F., *Sitophilus zeamays* L. et *S. oryzae* L., *Rhyzopertha dominica* F., *Tribolium castaneum* Herbst, *Caryedon serratus* OL.) et trois Lépidoptères (*Sitotroga cerealella* Oliv., *Ephestia cautella* Wlk., *Corcyra cephalonica* Staint) sont particulièrement importants.

Coléoptères

- *Callosobruchus maculatus* F. ("Bruche du niébé)

Cet insecte est le principal ravageur du niébé stocké au Sénégal et un des principaux facteurs limitant l'extension de cette culture.

L'attaque des gousses commence au champ et varie de 14% à 31% en fonction de la date de récolte (SECK, 1985).

Les dégâts se poursuivent pendant le stockage et en fonction de la durée de celui-ci, le pourcentage de graines attaquées peut atteindre 50% au bout de 4 mois et dépasser 90% au-delà de six (6) mois. Dans le même temps, le poids sec et la qualité semencière des graines diminuent progressivement.

Les trous circulaires d'environ 2 mm de diamètre, laissés sur les graines par l'adulte au moment de l'émergence, permettent de reconnaître aisément les dégâts de la bruche du niébé.

- *Sitophilus* sp. (*Curculionidae*), "Charançon"

Parmi les trois espèces du genre *Sitophilus* seules deux *S. zeamays* et *S. oryzae* sont présentes dans nos conditions. Leur identification précise est relativement compliquée, mais des critères d'ordre éthologique sont proposés par certains auteurs (KRANZ et al, 1977) : *S. oryzae* (2 à 5 mm) est un bon voilier, capable d'attaquer les céréales stockées depuis les champs. Il a une préférence pour les graines de petite taille comme le riz. Au contraire, *S. zeamays* (3 à 4 mm), vole très peu et préfère les grains de grande taille comme le maïs.

Les femelles pondent à l'intérieur de puits creusés dans le grain et l'éclosion survient quelques jours plus tard. La larve néonate se nourrit alors du grain et s'y nymphose pour n'en sortir que sous forme d'adulte parfait. Le cycle complet dure de 26 à 35j dans nos conditions.

- *Rhyzopertha dominica* F. (*Bostrychidae*)

Contrairement à beaucoup d'insectes des stocks, les dégâts de *Rhyzopertha* sont causés aussi bien par les larves que par les adultes très voraces, n'épargnant presque aucune céréale.

Les dégâts les plus importants notés au Sénégal, en Gambie et en Guinée Bissau, l'ont été sur stocks villageois de riz paddy et de sorgho grain.

- *Tribolium castaneum* (HERBST) (*Tenebrionidae*)

Il est caractérisé par une très grande polyphagie sur les céréales (mil, maïs) et les légumineuses (arachide, niébé). En cas de forte infestation, les substances libérées par l'adulte sur la denrée confèrent à celle-ci une odeur répulsive caractéristique.

Lépidoptères

- *Sitroga cerealella* Oliv. (*Gelechiidae*) "Alucide"

C'est le principal ravageur des épis stockées dans les greniers traditionnels et représente une sérieuse menace à la conservation des semences de mil en milieu paysan (SECK, 1983).

L'infestation commence au champ et est dix fois plus importante sur les champs de mil de case que sur les champs éloignés des villageois (SECK, 1987 c)

Ephestia cautella Wlk "Teigne des farines"

L'activité maximale des adultes se situe au crépuscule, ce qui rend les insectes visibles même en cas de faible infestation. L'insecte est noté le plus souvent dans les conditions de stockage à l'intérieur des magasins mal ventilés et dans une moindre mesure, dans les greniers traditionnels. Sur les sacs en jute infestés, les cocons de pupaison sont souvent localisés sur les parois et au niveau des lignes de couture.

Corcyra cephalonica StnT

Au Sénégal, l'insecte attaque surtout les céréales et entraîne des dégâts particulièrement importants sur riz en sac et sur maïs, dans les conditions de stockage central.

III. MÉTHODES DE LUTTE ET PERSPECTIVES

Mesures prophylactiques

Entrent dans cette catégorie toutes les techniques destinées à réduire l'infestation initiale au champ, pendant le séchage ou en début de stockage. Il s'agit donc des mesures d'hygiène préventive, des techniques culturales et de stockage.

Hygiène des locaux et de la sacherie

On ne soulignera jamais assez l'intérêt et l'assainissement des locaux avant une nouvelle réception de grain. Dans ce cadre le traitement préventif des sacs est préconisé pour détruire l'infestation initiale de *E. cautella* (Kranz et al, 1977).

Techniques culturales et de stockage

Contre *S. cerealella*, l'éloignement des greniers des champs, de même que le battage des épis à partir du mois de Mai, peuvent s'avérer intéressants. La première mesure est destinée à prévenir l'infestation initiale qui est très forte dans les champs de case (SECK, 1987 c), la seconde à limiter la profondeur de la zone infestée par l'insecte aux 4 à 5 cm supérieurs du grain (SECK, 1983).

Sur niébé, le battage préalable a permis de réduire les dégâts de *C. maculatus* sur les graines obtenues, par rapport à ceux notés sur les graines du même lot initial stocké en gousses entières (SECK, 1985). Nous avons aussi noté que plus la récolte est tardive, plus élevés sont l'infestation initiale et les dégâts ultérieurs de *C. maculatus* (SECK, non publié).

Utilisation des insecticides

Sur mil, les essais en laboratoire de différentes doses de matières actives, ont montré une meilleure efficacité de la deltaméthrine 0,05% à 10 ppm contre l'alucide des céréales (SECK, 1989 c). Sur niébé et sur maïs, une application de deltaméthrine (K-OTHRINE PP2), à la dose de 50g de produit commercial par 100kg de denrée, s'est révélée très efficace contre *C. maculatus* d'une part, *S. zeamays* et *T. castaneum* d'autre part (SECK, 1988).

Mais il convient de noter que malgré son intérêt, la protection chimique des denrées alimentaires en milieu paysan n'est pas sans poser des problèmes d'ordre économique, de santé publique et de nature stratégique... C'est pourquoi d'autres alternatives sont à trouver.

Le stockage en milieu auto-confiné

Technique très répandue dans tout le Nord-Ouest de la Guinée Bissau et au Sud du Sénégal (SECK, 1989), cette méthode est basée sur l'effet insecticide du rapport O₂/CO₂ qui s'établit dans le milieu fermé après un certain temps.

Sur cette base, nous avons mis au point il y a 4 ans et préconisons une technique efficace de stockage du niébé en fûts métalliques hermétiquement fermés et sans utilisation d'insecticide. (SECK, 1987 b ; SECK, 1988 ; SECK, 1989).

La résistance variétale

Nous avons mené de nombreux travaux sur le matériel local et introduit, en vue d'identifier des sources de résistances aux principaux insectes des stocks de niébé, de mil et de maïs.

Parmi plus d'une centaine de variétés testées pour la résistance à la bruche du niébé, 12 se sont révélées les plus intéressantes. Il s'agit de : 66-5 ; 59-26 ; 275 ; 283 ; 58-79 ; D2A2 ; 58-162 ; 58-1GD ; IT 845-2246-4 ; IT 85-2205 ; IT 81-1007 ; K VX 30-G246-2-5K.

En ce qui concerne la résistance du mil à *S. cerealella*, elle s'avère la plus forte sur les variétés *Souna Mali*, *Ex DRU* et *K. BLAGA*, très faible sur *ITV 8003* et moyenne pour *Souna-3*. Sur cette dernière, nous avons noté une plus nette préférence de l'insecte pour les grains de la base (plus gros) que pour ceux (plus petits) du sommet de l'épi (SECK, 1983).

Quand à la résistance du maïs aux charançons du genre *Sitophilus*, elle s'est avérée très intéressante sur 7 variétés d'origine sénégalaise : 15 KD ; 23 KD ; 24 KD ; 25 KD ; 27 KD ; 41 KD ; 42 KD ; 52 NR ; 32 SD (SECK, 1989 b).

Utilisation du Neem (*Azadirachta indica*. JUSS)

L'effet de l'application d'une solution aqueuse de broyat de graines de Neem sur l'infestation initiale de *C. maculatus* a été étudié en station.

La pulvérisation d'une culture en fin de cycle avec une solution à 35 g par litre, a donné une réduction significative du pourcentage de gousses attaquées à la récolte, mais ce traitement a été deux fois plus efficace qu'une application de Décis CE, à la dose de 10 g.m.a/Ha (SECK, 1987 b).

Plus récemment, nous avons testé l'enrobage de graines de niébé avec des solutions aqueuses de graines et de feuilles de neem à différents stades de maturité. Le meilleur résultat a été obtenu avec la préparation à base de 60 g de broyat de graines sèches par litre d'eau, laquelle a permis de réduire plus de 7 fois, les dégâts de la F1 issue des adultes introduits par infestation artificielle (SECK, 1988).

Lutte biologique

Nos investigations dans ce domaine se limite à une collection des ennemis naturels rencontrés dans les conditions courantes de stockage du mil, et du maïs (SECK, 1987 a).

Même si l'évaluation précise de leur impact n'attire pas encore notre attention, on note parfois d'importantes pollutions saisonnières qui laissent supposer un certain rôle dans le contrôle des populations de ravageurs. Les espèces les plus représentatives sont: *Bruchocida vuillei* CRAWLFORD et *Dianarmus basalis* (RONDANI) sur niébé, *Anisopteromalus calandrae* (HOWARD), *Choestospila elegans* (WEST WOOD) et *Bracon hebetor* SAY sur les céréales.

IV. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

L'objectif d'autosuffisance alimentaire défini dans la plupart des pays africains, dépend largement des ravageurs des grains et graines.

Dans ce document de synthèse des principaux résultats obtenus dans le cadre du programme sénégalais de recherche sur la protection des stocks de céréales et légumineuses, il apparaît un certain nombre d'éléments pouvant servir de base à la définition d'une approche de lutte intégrée contre les principaux insectes des stocks vivriers.

Mais cette approche, au risque de ne pas être applicable, ne doit jamais perdre de vue le contexte et la réalité de l'agriculture sahélienne, qui est une agriculture essentiellement de type paysanne.

L'objectif à atteindre est donc de mettre au point des méthodes de stockage efficaces, simples, sûres et surtout accessibles aux agriculteurs.

Pour y parvenir et compte tenu des résultats qui précèdent, les orientations à court et moyen termes seront axées dans trois principales directions :

- préciser le profil des pertes et la dynamique des populations des principaux ravageurs.
- poursuivre et intensifier les travaux sur la résistance variétale.
- approfondir les études sur le neem et étendre ce volet de recherche à d'autres plantes et d'autres ravageurs.

Concernant ce dernier point, nous pensons que beaucoup d'éléments militent aujourd'hui en faveur d'un effort d'identification, puis de valorisation des ressources locales. La pratique très courante en milieu paysan d'utiliser certaines plantes pour lutter contre les insectes, est dans le cas qui nous occupe, un exemple patent.

C'est pourquoi il nous semble utile de concevoir et de développer un programme régional de recherche sur les plantes locales à effet insecticide.

L'importance relative de l'utilisation de telles plantes plus en protection des denrées que des cultures, justifie largement à nos yeux, que la priorité de ce programme soit donnée à l'aspect post-récolte.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- KRANZ, J. - SCHMUTTERER, - H. and KOCH, W - (1977). Diseases pest and Weeds in tropical crops. VERLAG Paul Parey. Berlin. 666 p.
- SECK, D. 1983. Etude d'un ravageur des céréales stockées : *Sitotroga cerealella* OLIV.. (Lep. Gelechiidae) en milieu paysan au Sénégal. Mémoire de fin d'études. Fac. des Sciences Agronomiques de Gembloux (Belgique). 123 p.
- SECK, D. - (1985). Recherches sur le stockage du niébé. ISRA-CNRA-BAMBEY.5 p.
- SECK, D. - (1978 a). Synthèse des activités du programme d'entomologie des denrées stockées. Campagne 1986-87. Réunion annuelle du projet lutte intégrée. 2-7 Février 1987 (Banjul) 7 p.
- SECK, D. - (1987 b). Rapport analytique du programme de recherche sur la protection des stocks de céréales et légumineuses. Campagne 1986-87. ISRA-SCS-NIORO du RIP. 31 p.
- SECK, D. - (1987 c). Etude de l'infestation initiale de *Sitotroga cerelella* Oliv en fonction de la localisation des champs de mil *Pennisetum typhoides*). *Symposium* de l'AAIS sur la lutte intégrée et la préservation de l'environnement. 7-10 Décembre 1987 (Dakar) 8 p.
- SECK, D. (1988). Rapport analytique du programme de recherche sur la protection des stocks de céréales et légumineuses. Campagne 1987-88. ISRA-SCS-NIORO du RIP. 29.
- SECK, D. - (1989 a). Rapport de mission de consultation en Guinée Bissau du 19 au 30 juin 1989. USAID. 15 p.
- SECK, D. (1989 b). Rapport analytique du programme de recherche sur la protection des stocks de céréales et légumineuses. Campagne 1988-89. ISRA-SCS-NIORO du RIP. 25 p.
- SECK, D. (1989 c). Evaluation de l'efficacité biologique et de l'action résiduelle de trois matières actives sur *Sitotroga cerealella* Oliv (Lep Gelechiidae), ravageur du mil stocké. ISRA-SCS-NIORO du RIP. 10 p. (sous presse).

2.11. LE COMPLEXE ENTOMOLOGIQUE DES STOCKS D'IGNAMES DES PAYSANS EN CÔTE D'IVOIRE

FOUA-BI Kouahou
ENSA 08 BP 35 Abidjan 08
Côte d'Ivoire

Résumé

En Côte d'Ivoire, les insectes vivant dans les stocks d'ignames soit comme ravageurs, soit comme commenseaux, soit comme déprédateurs et parasites de ces deux catégories ont été identifiés à partir des études faites à l'ENSA d'Abidjan pour la zone forestière et de l'IDESSA à Bouaké pour la zone de savane.

*Beaucoup d'insectes ont été rencontrés mais *Aspidiella hartii* COCKLL. (Homoptère coccidae), *Planococcus discoreae* WILLIAMS (Homoptère Coccidae) *Euzopherodes vapidella* MANN. (Lépidoptères, Pyralidae, Phyticinae) ainsi qu'une teigne identifiée non encore nommée semblent les plus importants et les plus largement répandus et causent les dégâts les plus importants. *Amitermes evundifer* GRASSE ainsi que *Protermes minutus* L., gagnent de plus en plus du terrain.*

I. INTRODUCTION

La réduction des ressources financières dues à la crise économique de ces dernières années a amené la plupart des gouvernements africains à s'orienter vers une production accrue de vivriers afin d'une part de réduire le recours à l'extérieur et d'autre part d'atteindre l'autosuffisance alimentaire.

En Côte d'Ivoire, le problème se pose en d'autres termes. En effet, hormis le riz dont le déficit se traduit par des importations de plus en plus coûteuses, la Côte d'Ivoire ne connaît pas de véritable problème d'autosuffisance alimentaire. Le principal frein au développement se situe au niveau du système post-récolte et est lié notamment à la conservation des denrées. Le caractère saisonnier de la plupart des productions vivrières et l'étalement de la consommation sur toute l'année rendent en effet nécessaire un stockage sur une longue période. La production vivrière étant encore essentiellement une production de subsistance à priori, son surplus n'est mis à la disposition du marché par les paysans qu'après constitution des semences pour la campagne suivante et des réserves alimentaires destinées à l'autoconsommation pour assurer l'alimentation de la famille au moins jusqu'à la prochaine récolte. Le stockage étant rarement assuré par les circuits de commercialisation, le principal stockage est donc à la charge du paysan qui en supporte les risques. Or c'est à ce niveau qu'interviennent les pertes les plus importantes, notamment celles qui sont occasionnées par les insectes, cause essentiellement de la dégradation des produits stockés en zone tropicale. (RATNADASS 1984).

C'est pour combler en partie cette lacune que l'ORSTOM* (en zone de savane) et l'ENSA* (en zone de forêt) ont lancé avec l'accord des Ministères de la Recherche et de l'Agriculture, un important programme de recherche sur l'état sanitaire des stocks vivriers paysans, une bonne connaissance des pertes et leur cause constituant un préalable indispensable à la recherche des voies d'amélioration aboutissant à la mise au point de méthodes efficaces et économiquement justifiées, permettant de les réduire à un niveau acceptable.

Tableau de l'entomofaune des tubercules d'ignames stockés en Côte d'Ivoire

ORDRE	FAMILLE	GENRE, ESPÈCE (1)	FRÉQUENCE (2)		
Collembole	Poduridae	1 espèce	III	-	
Psocoptera	?	1 espèce	III	++	
Isoptera	Termitidae	Amitermes evuncifer GRASSE	I	++	
		Protermes minutus L	I	++	
Dictyoptera	Blattidae	Supella sp.	III	-	
	Blaberidae	Pycnoscelus surinamensis L.	III	-	
	Histeridae	Pachycraerus cyanescens ERICHSON	-	-	
	Nycetophagidae	Platymalus digitatus WOLLASTON	-	-	
	Tenebrionidae	Typhaea stercorea LINNE	I	-	
		Tenebrio guineensis INHOTT	-	-	
		Tribolium castaneum HERBST	-	-	
		Peltoides politus CHEVEOLAT	-	-	
		Alphitobius diasperius PANZER	I	-	
Coléoptères		Palopus subdepressus WOLL	III	++	
	Bostrychidae	Rhizopertha dominica FAB	-	-	
		Dinoderus porcellus LESNE	-	-	
		Cerambycidae	1 espèce	-	
	Scolytidae	Stephanoderes sp.	I	-	
	Nitidulidae	Carpophilus dimidiatus J.	I	++	
		Brachypeplus deyrollei MURRAY	-	+	
	Anthribidae	Araecerus fasciculatus DEG	I	++	
	Curculionidae	Sitophilus zeamays MOTSCH	I	+	
	Pyralidae	Aglotta ocellalis LEDERER	-	+	
Euzopherodes vapidella MANN		I	+++		
		Mussidia nigrivenella RAG	-	-	
Lépidoptères	Tineidae	Nouveau genre, nouvel espèce	I	++	
		Daaysea incrustata MEYRICH	-	-	
	Cosmopterigidae	Piroderces hemizopha MEYRICH	II	+	
	Blastobasidae	Blastobasis sp.	-	-	
	Arctiidae	Apisa bourgognei KIRIAKOTT	I	+	
	Braconidae	Phanerotoma leucobasis KRIECH	II	+++	
		Apanteles sp.	II	+	
	Encyrtidae	Leptomastix bifasciata C.	II	+	
		Anargyrus sp.	II	-	
		Zeteticontus sp.	II	++	
	Hyménoptères	Chalcididae	Antrocephalus sp. aff. crassipes	-	-
			MASI	II	++
Antrocephalus sp. 2 espèces			II	++	
			Epitranus Inops STEFFAN	II	++
Aphelinidae		Azotus elegantulus HOW.	II	++	
		Adelencyrtus femoralis ANN. et INS.	II	+	
			1 autre espèce	II	-
Eulophidae		Tetrastichus sp.	II	+	
Formicidae		Pheidole megacephala FAB.	II ou III	+	
		Crematogaster sp.	II	-	
	Pteromalidae	Spalangia sp.	-	-	
Homoptères	Coccidae	Aspidiella hartii CKLL.	I	+++	
		Planococcus dioscorea WILL.	I	+++	
Hétéroptères	Anthocoridae	Xylocoris flavipes	II	+	
	Stratonyidae	Gobertina pictinicornis BIGT	III	+	
	Scenenopinidae	Scenopinus sp.	-	+	
Diptères	Tachinidae	1 espèce	II	+	
	Muscidae	3 espèces	-	+	

(1) I : Ravageur primaire
 II : Auxiliaires
 III : Détritiphages

(2) - : Occasionnel
 + : Présent
 ++ : Fréquent
 +++ : Abondant

Les résultats présentés ici sont la synthèse des travaux de recherche des entomologistes opérant au sein du thème "Tubercules et Proléagineux". Elle comporte trois aspects principaux: d'abord l'inventaire des insectes récoltés dans les stocks d'ignames visités, ensuite les relations trophiques entre ces insectes eux-mêmes d'une part, et, d'autre part entre certains et leurs hôtes, enfin une discussion susceptible de permettre l'appréciation réelle du problème en vue d'une lutte éventuelle.

1. Inventaire faunistique

Quel que soit le mode de conservation le stock des ignames constitue un milieu où l'on rencontre divers insectes avec une population variable selon les régions.

Pour les collecter, différentes méthodes ont été utilisées ; les principales se résument comme suit :

- La collecte directe : qui permet d'attraper tous les insectes que l'on retrouve dans les stocks, l'élevage de ces insectes au laboratoire permet de les situer dans une catégorie biologique.

- Le piégeage : des tubercules présentant ou non des symptômes sont ramenés au laboratoire et placés dans des bacs de polystyrène munis d'un couvercle grillagé ou disposés en tas dans des sacs de mousseline. On prélève les insectes qui en sortent et on les identifie.

- Ces méthodes ont permis de recenser une cinquantaine d'espèces différentes d'insectes appartenant aux divers ordres rassemblés dans le tableau en annexe.

2. Relation trophique

Le complexe entomologique des stocks d'ignames constitue à n'en pas douter une biocénose entendu au sens de HUSSON (1970), c'est-à-dire un système dynamique, en fonctionnement perpétuel sous l'impulsion des facteurs de l'environnement et doué d'autorégulation.

On peut répartir les insectes de cette biocénose en 3 groupes biologiques : les ravageurs de l'igname (I), les prédateurs et les parasites (II) de ces ravageurs et les saprophages ou même les intrus (III) dont la présence ne se justifie pas toujours.

2.1. Les ravageurs :

Ils appartiennent essentiellement aux ordres des Isoptères, Coléoptères, Lépidoptères et Homoptères.

2.1.1. Les Isoptères :

Deux espèces de termites se rencontrent surtout sur les tubercules de *Dioscorea cayenensis* L.. Il s'agit de *Amitermes evuncifer* GRASSE et *Protermes minutus* L. (FOUA-BI, 1983). Ils sont relativement fréquents en zone forestière. L'attaque a lieu dans le champ et les termites sont transportés en même temps que leur hôte dans les magasins. Leur présence se manifeste par une petite ouverture circulaire, début d'une galerie aboutissant au nid formé à partir de la chair de l'igname qui en fin de compte devient une sorte de carton noir.

Les dégâts des termites sont relativement faibles compte tenu de leur faible extension ; notons cependant que tout tubercule attaqué est voué à une destruction complète.

2.1.2. Coléoptère :

Le principal ravageur primaire connu à ce jour parmi les Coléoptères est *Araecerus fasciculatus* Deg. (*Anthribidae*). Cet insecte polyphage a été signalé sur les tubercules d'ignames en Côte d'Ivoire par MEHAUD (1974), FOUA-BI (1979), SAUPHANOR et RATNADASS (1985) et au Nigéria par PLUMBIEY et RESS (1983). Les larves de cet insecte traversent le tégument et se nourrissent de la chair de l'igname de l'espèce *D. cayenensis*. Présent sur tous les sites d'observation, cet insecte peut devenir dangereux. Sa présence se signale par des perforations rondes au niveau des blessures et par la chair qui est transformée en poussière noirâtre.

Quelques exemplaires de *Sitophilus zeamais* MOTSH et *Rhyzopertha dominica* F. ont été collectés sur les stocks de *D. alata* var. *florido* en fin de stockage (SAUPHANOR et RATNADASS 1985).

Tenebrio guineensis INHOTT. (*Tenebrionidae*) a été également signalé par SAUPHANOR (1985) comme ravageur primaire ; quant à *Carpophilus dimidiatus* J. (*Nitidulidae*) et *Paloporus subdepressus* WOLL. (*Tenebrionidae*) (RANADASS 1983), ils semblent être plutôt des ravageurs secondaires.

2.1.3. Lépidoptères :

Les dégâts les plus importants sur les tubercules d'ignames sont dus essentiellement aux larves de Lépidoptères dont une pyrale et une teigne (SAUPHANOR 1985). La pyrale fut signalée en Côte d'Ivoire pour la première fois en 1979 (FOUA-BI et al) sous le nom de *Ephestia cautella* ZELL. Ultérieurement elle fut identifiée comme *Euzopherodes vapidella* MANN. (SAUPHANOR et RATNADASS 1985), laquelle fut déjà signalée au Nigéria en tant que ravageur des tubercules d'ignames stockés (DINA 1979, In SAUPHANOR 1985). Il vit principalement sur les *D. alata* où il dépose ses oeufs généralement sur les blessures et occasionnellement sur les épidermes sains. Les larves qui en sortent forment le tubercule et creusent une galerie qui reste généralement sous l'épiderme. Sa présence est signalée par des rejets excrémentiels ayant l'aspect de sciure de bois.

La teigne quoique identifiée n'est pas encore nommée. Elle arrive en général tardivement dans les stocks, s'attaquant d'abord aux *D. cayenensis-rotundata*, puis plus tard aux *D. alata*, ceci en relation avec la faible teneur en eau des tubercules. Les larves empruntent généralement les anciennes galeries d'autres chenilles ; de ce fait l'attaque, n'est pas perçue extérieurement et présente ainsi un danger important.

Ces deux Lépidoptères se succèdent dans le temps conformément à leurs besoins hydriques, la teigne exigeant des aliments plus secs que la pyrale arrive toujours plus tardivement dans les stocks.

D'autres chenilles de Lépidoptères non encore déterminées et dont la biologie est mal connue se rencontrant également sur les tubercules d'igname : c'est le cas de *Apisa bourgognei* KIRIAKOTT (*Lépidoptère, Arctiidae*) qui a été signalé par SAUPHANOR (1985) comme ravageur primaire.

2.1.4. Hémiptères (Homoptères)

Un certain nombre de Cochenilles ont été signalées sur les tubercules stockés d'ignames. En Côte d'Ivoire, il s'agit de *Aspidiotus destructor* SIGNORET, *Aspidiella hartii* CKLL et *Planococcus dioscoreae* WILLIAMS.

Aspidiella hartii COCKERELL (1985) est lié à l'igname qu'il a poursuivi à travers le monde (FOUA-BI 1979, 1982). Il vit principalement aux dépens des tubercules d'ignames dont l'infestation se fait à partir de la migration des larves marcheuses. Les larves se fixent définitivement sur le tubercule et accomplissent leur complet développement en se nourrissant par ponction du contenu des cellules. L'évolution de la population est importante dans les stocks où 2 à 3 mois après l'emmagasinage, elle peut recouvrir la surface de l'ensemble des tubercules.

La conséquence de cet envahissement, donc des piqûres de la cochenille est une action spoliatrice de ses enzymes salivaires entraînant une inhibition partielle de la germination, et parfois le nanisme de l'appareil végétatif (FOUA-BI, 1978, 1982, CIDT 1984) même si la levée semble homogène (SAUPHANOR 1985). Cela aboutit en définitive à la diminution de la productivité de l'ordre de 25% (FOUA-BI 1982).

Il faut cependant noter que toutes les variétés d'ignames peuvent être infestées, mais *D. alata* var. *Florida* apparaît particulièrement sensible (FOUA-BI, 1982) ; SAUPHANOR et RATNADASS, 1985).

Aspidiotus destructor SIGN. (*Coccidae*). Nous n'avons pas à ce jour rencontré cet insecte.

Planococcus disocorea WILLIAMS (1960) (*Pseudococcidae*) se rencontre également dans les stocks d'ignames, mais partout sa population est moins importante que celle de *A. hartii*, la plupart du temps, la colonie formée par cette cochenille reste localisée au niveau de la "tête" du tubercule, très souvent à la base des cataphyles, après la levée de dormance.

Aucune étude particulière, jusqu'à ce jour, n'a montré son influence sur l'igname; cependant il fut signalé comme commettant des dégâts importants sur les tubercules stockées en nouvelle Guinée (WILLIAMS, 1960).

Notons que la coexistence de ces deux cochenilles entraîne généralement une concurrence à l'avantage de la *Diaspine*, dont les boucliers recouvrant entièrement le tubercule entraîne la plupart du temps l'élimination progressive de la *pseudococcine*. (FOUA-BI, 1982).

2.2. Les auxiliaires : (Parasites et prédateurs)

Les auxiliaires appartiennent essentiellement aux ordres des Hyménoptères. Il faut cependant y ajouter un Hétéroptère. On les regroupe en prédateurs et parasites.

2.2.1. Les prédateurs.

Le prédateur le plus fréquemment rencontré est une fourmi: *Crematogaster* sp. (*Formicidae*). Les fourmis se nourrissent surtout de cochenilles qu'elles transportent dans leur nid. Les paysans les connaissent et en font bon usage en déposant temporairement les tubercules infestés dans les contreforts d'arbres abritant le nid de fourmis. Il s'agit en effet de prédateurs suffisamment efficaces qui peuvent débarasser les tubercules de toute leur faune en quelques jours (FOUA-BI, 1982).

Xylocoris flavipes (*Heteroptera, Anthocoridae*). C'est une punaise que l'on rencontre dans la plupart des stocks de vivriers, probablement à la recherche de sa nourriture constituée de larves de Lépidoptère et de Coléoptère dont il suce le contenu. (RATNADASS 1983).

Pyroderces hemizapha MEYRICH (*Lepidoptera, Cosmopterygidae*) : a été signalé comme vivant aux dépens de Cochenilles (LEPESME, 1947).

Les Diptères Haplosmates signalés sont souvent parasités" par des Acariens, tandis que d'autres Acariens "parasitent" les Coléoptères. (RATNADASS, 1983).

2.2.2. Parasites

Ils ont la plupart du temps un régime spécialisé et chacun vit aux dépens d'une proie définie.

Sur *A. hartii* des parasites Hyménoptères *Eulophidae* et *Aphelinidae* et Diptères *Tachinidae* sont fréquents. Parmi les Hyménoptères, *Azotus elegantulus* (HOWARD) et *Adelencyrtus femoralis* ANNECKE et INSLEY semblent les plus connus en Côte d'Ivoire. Ces deux insectes pondent à travers le bouclier, dans le corps de la jeune femelle ou de la larve de dernier stade de *A. hartii*. Leurs larves se développent aux dépens du contenu de la Cochenille qui dans le pire des cas ne peut engendrer de progéniture. (FOUA-BI, 1982).

Il est à noter que leur comportement de ponte diffère et les rend inégalement efficaces. (FOUA-BI, 1982). En effet, alors que *A. elegantulus* peut pondre plusieurs oeufs dans une même Cochenille, *A. femoralis*, au contraire, ne pond qu'un seul oeuf par hôte. Dans le premier cas, il y a perte d'efficacité si l'on sait qu'en plus, les individus issus du superparasitisme sont souvent de sexe mâle.

Planococcus discoreae WILLIAMS (1960) est aussi victime du parasitisme des Hyménoptères *Encyrtidae* comme les *Anagyrus sp.* et de Diptères *Tachinidae*. Dans ce dernier cas, la dépouille de la Cochenille sert d'enveloppe à la puppe de la mouche. Quant aux *Anagyrus* ils sont connus comme des parasites internes protéliens au stade larvaire III et au stade imaginal avec une nette préférence pour ce dernier (BOUSSENGUIET, 1984). Il est en plus un superparasite (1 à 3 parasites par hôte) ce qui limite son efficacité.

Les Braconides et Chalcidiens sont surtout des parasites des Lépidoptères : C'est le cas de *Phanerotoma leucobasis* KRIECH (*Braconidae*) signalé pour la première fois comme parasite ovaraire de *E. vapidella* (RATNADASS, 1983, SAUPHANOR et RATNADASS, 1985). Le taux de parasitisme peut atteindre 30% de la population.

Un *Apanteles* a été également rencontré sur les Lépidoptères.

Quant aux Chalcidiens *Antrocephalus sp.* et *Epitranus inops*, (STEFFAN), la présence des papillons justifie leur présence dans ce milieu. Il est certain que les Chalcidiens sont des parasites ovaraires des Lépidoptères vivant dans ce milieu. Il reste à déterminer les parasites de chacun des papillons.

2.3. Les Saprophages et les autres groupes biologiques.

Les stocks d'ignames et leur cortège de ravageurs et de parasites constituent un milieu particulier exploité par un certain nombre d'insectes qui y trouvent simplement un refuge temporaire ou qui se nourrissent de résidus végétaux ou animaux. Leur présence est facultative.

Parmi ces insectes se trouvent les Blattes *Supella sp.* (*Dictyoptera, Blattidae*) et *Pynoscelus surinamensis* (*Dictyoptera, Blaberidae*). Des Psoques, en nombre élevé et même d'autres arthropodes dont les araignées, les Acariens et des Coléoptères appartenant à plusieurs genres.

Pheidole megacepha semble vivre en symbiose avec *P. dioscoreae* alors qu'il constitue un prédateur pour les autres insectes.

La rareté des individus de ce groupe dans le milieu ainsi que leur biologie n'en font pas des êtres à redouter au niveau des stocks d'ignames.

II. DISCUSSIONS ET CONCLUSION

Le biotope constitué par les stocks de tubercules d'ignames est comme tout autre biotope susceptible d'accueillir une population animale dont chaque élément y trouve son compte.

Ainsi on y a rencontré des insectes qui se nourrissent des tubercules constituant pour ces derniers leurs hôtes primaires (I). Ces insectes appartiennent à des ordres, familles et même genres qui constituent ailleurs les ravageurs de végétaux ou de denrées stockées. C'est le cas des Coléoptères, *Anthribidae* (*Araecerus*), *Curculionidae* (*Sitophilus*) ou *Scolytidae* (*Stephanoderes*) *Bostrichidae* (*Rhizopertha*, *Dinoderus*) qui sont les hôtes habituels de denrées amylacées. Leur présence sur les tubercules d'ignames serait normale si en plus de l'amidon, l'igname ne contenait une grande quantité d'eau (60 % au moins DIOPOH, 1984). Peut-être s'agit-il ici d'une adaptation? Si c'était le cas, il y a lieu de prendre d'ores et déjà le problème très au sérieux compte tenu des dégâts qu'ils occasionnent ailleurs.

Il est à noter que beaucoup d'autres Coléoptères ont été signalés dans les stocks des tubercules d'igname au Burkina Faso (KABRE et al, 1983), cependant, il n'a pas été précisé la biologie de ces insectes.

La présence des Lépidoptères en tant que hôtes primaires semble plus conforme étant donné qu'ici, comme ailleurs, ce sont les larves qui causent les dégâts, les adultes pour la plupart si ce n'est la totalité, ont juste le temps de s'accoupler, de pondre et de mourir. Quelques cas de prédatismo sont également signalés, notamment chez les *Pyroderces*. Généralement les insectes appartenant à ce genre ont des rapports différents avec les hôtes qui semblent variables, certains sont coccidophages, d'autres s'attaquent à des Cecidomies, d'autres enfin sont détritviores. LEPESME (1947) qui les considère comme primitivement carnivores en a signalé douze espèces sur le palmier dont deux seulement sont prédatrices, un floricole, les autres détritviores.

Quant aux Hyménoptères, ils sont pour la plupart des parasites soit d'adultes, soit de larves ou d'oeufs. Ce qui semble conforme à leur biologie habituellement connue. Leur population semble en relation avec le degré d'infestation des ravageurs primaires aux dépens desquels ils vivent. Un seul cas semble faire cependant exception dans ce milieu : c'est celui de la fourmi *Pheidole megacepha* FAB. qui mène une vie symbiotique avec les *Pseudococcus* sur lesquels elle construit son nid pour les protéger et serait prédatrice d'autres insectes (RATNADASS, 1983). Là aussi ce n'est pas un fait nouveau: les relations de bon voisinage à bénéfique plus ou moins réciproque d'une part entre les fourmis et les cochenilles et pucerons d'autre part font légion dans la littérature.

Les Homoptères restent des parasites primaires tandis que le seul Hétéroptère rencontré dans le milieu est une *Anthocoridae* prédatrice, qualificatif généralement reconnu aux *Reduviidae* dans cet ordre.

Les Diptères que nous avons rencontrés ont une biologie encore mal connue. On sait que généralement les *Mussidae* sont détritviores, exception faite pour les glossines et autres moustiques qui sont hématophages ; par contre les Tachinaires sont des parasites. Cela a été en partie vérifié au cours de nos observations. La connaissance complète de la biologie des insectes appartenant à cet ordre nous fixera définitivement sur le rôle réellement joué dans ce biotope par ces insectes.

La faune entomologique des stocks d'igname est donc importante. Elle regroupe des insectes appartenant à divers ordres conservant leurs moeurs habituelles.

Cependant devant l'insuffisance de nos connaissances, nous nous sommes limités à l'étude de quelques insectes, ceux dont la présence est reconnue obligatoire. Dans la mesure du possible, nous nous sommes attachés à ne tenir compte que des faits certains, et nous avons dû opérer une sélection critique, car les données des auteurs, si elles indiquent, et encore pas toujours, la position relative des insectes par rapport aux autres, omettent le plus souvent de parler du mode de vie normal de ces insectes. Par la suite, l'étude détaillée de la biocénose, poursuivie sur place devra largement compléter et sans doute remanier le tableau schématique que nous donnons ci-dessous en annexe.

Ce qui est certains, c'est que des parasites tel que *Adelencyrtus femoralis*, (ANNECKEY et INSLEY), des prédateurs comme *Crematogaster sp.* pourraient être utilisés valablement dans la lutte biologique contre les Cochenilles. Il est aussi possible que l'étude approfondie des autres parasites montre l'avantage que l'on pourrait tirer de leur utilisation à la place des produits chimiques actuellement en usage.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANON, 1984. Recherche et Développement. Protection des végétaux, CIDT. Rapport annuel 1983-84. Multigr. 105 p.
- BOUSSENGUIET J., 1984. Bioécologie de la Cochenille du manioc *Phenacoccus manihoti* MATILE-FERRERO et ses ennemis naturels au Gabon. Thèse (3ème cycle). Fac. Sciences Paris. Univ. Paris VI. 154 pp.
- DINA S.O., 1977. Occurrence of *Dasysses rugosella* STAINTON (*Lepidoptera, Tineidae*) on stored yam tubers in Nigeria. Trop. Sci. 19 : 113-116.
- DIOPOH O., 1984. Contribution à l'étude biochimique de l'igname. (*Discorea*). Thèse d'Etat. Univ. Nat. d'Abidjan. 255 pp.
- FOUA-BI K., 1979 (a). Effet des piqûres de *Aspidiella hartii* COCKERELL (*Homoptera, Coccidae*) sur la levée, le développement, de l'appareil végétatif et la productivité de l'igname. In Yam-Igname : MIEGE J. SN Lyonga Clarendon. Press oxford 1982 : 265-273.
- FOUA-BI K., 1982. Biologie et écologie de *Aspidiella hartii* COCKERELL. Thèse d'Etat, Université d'Abidjan, 240 pp.
- FOUA-BIK., 1983. Les déprédateurs animaux de l'igname en cours de végétation. In L'igname: Rapport du Séminaire International sur l'igname. Abidjan (RCI) 2-5/11/83 ENSA, AUPELF. Multigr. : 311-329.
- FOUA-BI K., BABACAUH K.D., DEMEAUX M., 1979. Pertes sur les ignames au cours du stockage, causes et méthodes de lutte. In Premier Colloque International de Technologie AUPELF Yaoundé, Cameroun 5-15 Novembre 1979. 17 p.
- HUSSON R., 1970. Glossaire de biologie animale, Gauthier-Villars Paris. 300 p.
- KABRE T.S., GUENDA W., BERE A., KONGO J.C., 1983. Des méthodes de conservation de l'igname en zone soudanaise de Haute-Volta ; choix d'une méthode. In L'igname : Rapport du Séminaire International Abidjan 2-5 Novembre 1983. Multigr. : 205-242.
- LEPESME P., 1947. Les insectes des palmiers. Paul le Chevalier Paris 1947 : 12-65.
- MEHAUD T.M., 1974. Contribution à l'étude des parasites de l'igname Abidjan. ENSA. Multigr. 48 pp.

PLUMBIEY R.A. et RESS D.P., 1983. An infestation by *Araecerus fasciculatus* (DEGEER) (Coleoptera : Anthribidae) and *Decadarchis minuscula* (WALSINFHAM) (Lepidoptera: Tineidae) on stored fresh Yam tubers in South-East Nigeria. J. Stored Prod. Res. 19 (2) : 93-95.

RATNADASS A., 1984. Les problèmes entomologiques liés au stockage paysan des vivriers en Côte d'Ivoire. Note technique n°6. 84 ICV-IDESSA Août 1984 Multigr.: 47 pp.

2.12. INFLUENCE DU DEGRÉ DE MATURATION SUR LA CONSERVATION DU PLANTAIN

GNAKRI D.

Département de Biochimie
Faculté des Sciences et Techniques
Université Nationale de Côte d'Ivoire
22 BP 582 ABIDJAN 22

Résumé

Dans les pays en développement, l'inexistence des techniques efficaces de prise en charge des produits récoltés occasionne d'importantes pertes. En Côte d'Ivoire ces dommages sont estimés entre 30 et 40 p. 100 de la production bananière plantain et résultent essentiellement d'une maturation précoce qui survient seulement 3 à 4 jours après la coupe des régimes. En revanche, si les plantains sont prématurément récoltés ils se conservent plus longtemps à l'état vert que les fruits de récolte ordinaire. Mais les fruits sont maigres et leurs préparations culinaires ne sont pas consommables.

L'identification d'un point de coupe optimum pourrait assurer cette durée de vie verte plus longue et garantir la qualité du fruit. Ce stade de récolte obtenu sur la base des indices biochimiques tels le taux de l'amidon et la teneur en eau de la pulpe se situe au 68e jour au lieu du 80e ou du 90e jour après l'émission de l'inflorescence chez le cultivar Orishelle. Les tests de conservation montrent que les fruits ainsi récoltés restent encore verts pendant 10 à 15 jours quand ceux de la coupe ordinaire sont déjà mûrs dans un laps de temps de 3 jours.

Les essais de qualité fondés sur les propriétés physicochimiques de l'amidon (forme, taille, structure cristalline, température de gélatinisation, caractère de gonflement et de solubilité) ne montrent aucune différence avec les plantains de la coupe ordinaire.

I. INTRODUCTION

Le plantain est habituellement récolté au stade vert de sa maturation. Mais le point de coupe n'est pas fixe et dépend de l'appréciation visuelle du producteur pour qui l'idéal est de fournir des fruits pleins. Aussi, la récolte est-elle basée sur des repères empiriques comme l'observation des angles de contour des doigts devenus plus saillants ou l'apparition dans le régime sur pied d'une banane éclatée ou mûre (PALMER, 1971). Or, ces indices sont les prémices de la maturité; il faut craindre dans ces conditions des mûrissements précoces qui surviennent effectivement 3 à 4 jours après la coupe des régimes, limitant ainsi l'utilisation rationnelle de cette denrée, préférée plutôt à l'état vert que mûr : c'est l'un des facteurs de pertes post-récolte du plantain dont souffre la Côte d'Ivoire avec 30 à 40% de sa production (CHATAIGNIER et al., 1980).

On sait en revanche que lorsque ces plantains sont prématurément cueillis, pendant les périodes de disettes, ils se conservent plus longtemps que ceux de la récolte habituelle, dans les conditions normales de température ambiante mais leurs qualités organoleptiques et technologiques laissent à désirer.

Il nous a donc paru probable qu'il existe une relation entre le degré de maturité à la récolte et la conservation du plantain. L'identification d'un point de coupe physiologiquement optimum pourrait concilier à la fois longue durée de vie verte et qualité des fruits. C'est l'objet de la présente étude.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel Végétal

Le développement des fruits de plantain a été suivi sur le cultivar d'Orishelle planté à la station expérimentale de l'I.R.F.A (Institut de Recherches sur les Fruits et Agrumes) d'Azaguié, en Côte d'Ivoire. Les régimes sélectionnés sont ceux qui ont fleuri dans la même semaine.

Les fruits sont prélevés dans la première et la deuxième main, le même jour, à la même heure, pendant 10 semaines.

Pour les analyses, une tranche longitudinale de 5 cm est découpée dans la partie médiane du doigt ; peau et pulpe sont séparées et séchées.

Les prélèvements ont effectivement commencé un mois après l'émergence de l'inflorescence pour avoir la matière sèche quantitativement suffisante pour les dosages.

La caractérisation physicochimique des amidons est réalisée sur les fruits de 72 jours et de 83 jours.

Pour suivre leur comportement à la conservation, nous avons entreposé des régimes de 72 jours et de 83 jours à la température ambiante entre 24°C et 30°C.

Méthodes Analytiques

La teneur en eau a été déterminée par séchage à 130°C d'une partie aliquote de la pulpe et de la peau pendant 2 heures. L'amidon est dosé par la méthode enzymatique de THIVEND et al. (1972). Les sucres solubles totaux ont été dosés par la méthode au phénol-sulfurique. L'isolement de l'amidon s'est effectué par voie humide selon la technique de BANKS et GREWOOD (1975) et décrite par COLONNA (1981). L'amylose est déterminée par titrage ampérométrique de LARSON et al. (1953) à l'aide d'un pH meter TTT 80 Titrator.

La spectrodiffractométrie des rayons X a été employée sur un appareil INEL pour déterminer la structure cristalline de l'amidon, selon la technique de DUPRAT et al. (1974).

La forme des grains d'amidon est déterminée par microscopie électronique à balayage sur un appareil du type JOEL JSM 840 A.

La taille des particules est définie par un compteur à variation de résistance à l'aide d'un appareil Coulter Counter, modèle TA11 multichannel particle Counter.

Les températures de gélatinisation sont déterminées par analyse enthalpique différentielle sur 20 mg d'amidon natif hydraté 5 fois sa masse et scellées dans une capsule en acier inoxydable.

Le gonflement et la solubilité des amidons natifs ont été examinés selon la technique de LEACH et COLL. (1959) ; MERCIER et FEILLET (1975) entre 30 et 90°C.

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Détermination du stade de récolte

L'accumulation de l'amidon, la teneur en eau de la pulpe rapportées dans la figure 1 ont servi d'indicateurs à la détermination du stade de récolte : le pic de l'amidon (fig. 1.1) et le niveau minimum de l'eau (fig.1.2.) localisent ce stade. Il se situe au 68e jour après l'émission florale.

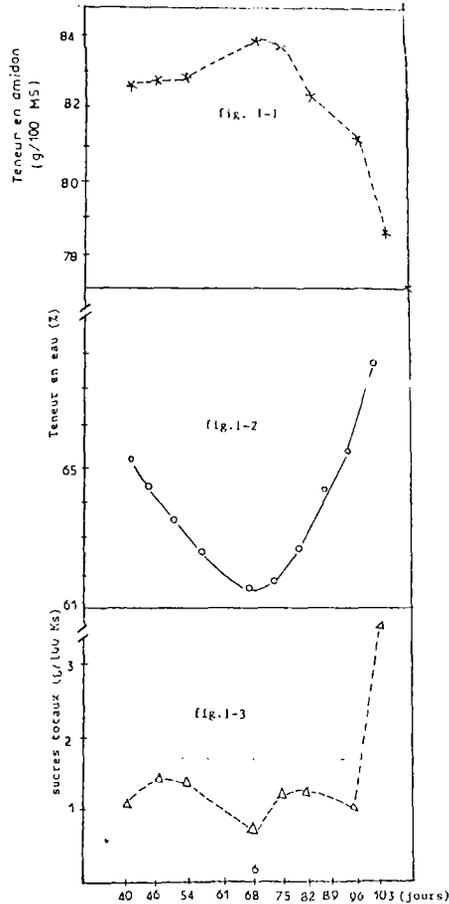


Fig. 1 : Teneur en amidon (en g/100g Ms 1-1) en eau (1-2) et en sucres solubles totaux (en g/100 g Ms 1-3)

L'amylolyse qui a lieu aussitôt, est d'abord très lente, voire peu perceptible; ce phénomène correspondrait au processus de saccharification des oses qui confère au fruit sa saveur caractéristique. Ce temps d'hydrolyse partielle de l'amidon est un facteur favorable à la maturation du fruit et doit être pris en compte dans l'évaluation de la période physiologiquement optimale de la récolte. Ainsi, on peut extrapoler le point de coupe à 7 jours de plus soit $68 + 7 = 75$ jours. C'est pourquoi les fruits récoltés à 72 jours sont considérés être dans la zone du point de coupe.

Après cette phase, la vitesse d'hydrolyse s'accroît et devient même très brutale au 96e jour comme on peut l'observer avec le saut des sucres solubles totaux (fig. 1.3). Cette seconde période de l'amylolyse détermine l'altération globale du fruit dont le mûrissement en constitue la conséquence.

Les fruits précocement récoltés au 72e jour restent vert pendant une dizaine de jours au moins quand ceux de 83 jours ont déjà mûri 4 jours après la coupe. Cette durée de conservation apparaît courte par rapport aux résultats obtenus avec des essais de technologies conventionnelles par le froid ou par l'atmosphère contrôlée (GUILLEMOT, 1976). Mais ces techniques ne peuvent être appliquées en vraie grandeur étant donné leurs coûts d'exploitation très onéreux pour des économies locales précaires.

C'est en cela que notre procédé, issu des technologies endogènes de récolte de banane, trouve tout son intérêt. Ce temps de conservation multiplie par 3 ou plus le délai de stockage et de distribution du plantain sous sa forme verte sans soins particuliers.

Les fruits sont toutefois encore maigres ; cette présentation pourrait être une difficulté à leur utilisation quand on connaît les préjugés favorables du consommateur pour les grosses bananes.

En réalité, d'une part, leur poids n'est pas plus faible que celui d'autres cultivars tardivement récoltés (fig. 2), d'autre part, la consommation de petites bananes n'a jamais été un interdit puisque chaque année à l'inter-saison, personne ne trouve à médire des petites bananes qui dominent le marché. Par conséquent, l'attrait pour les grosses bananes plantain peut s'estomper et ne constitue pas un véritable obstacle à la consommation des fruits du stade de récolte optimum si ceux-ci présentent par ailleurs les caractéristiques d'un plantain de pleine maturité. C'est dans cette optique que nous avons été amené à examiner les propriétés physicochimiques de l'amidon des fruits de 72 jours en comparaison avec celles de l'amidon de la récolte ordinaire.

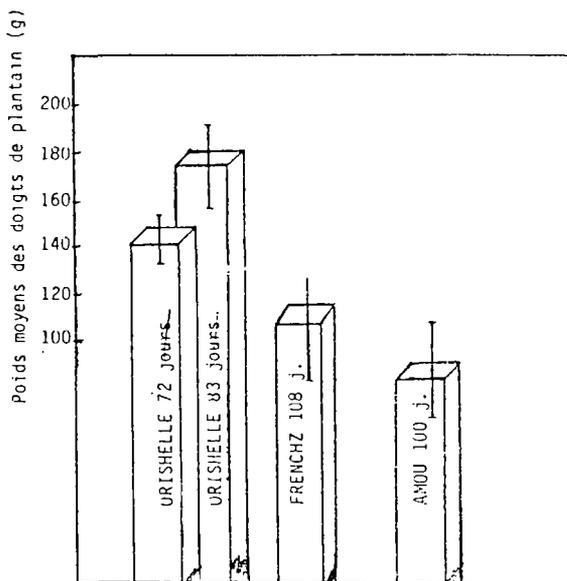


Fig. 2 : Masse pondérale des doigts de plantain au point de coupe par rapport à divers cultivars récoltés à différents stade (les chiffres indiquent le nombre de jours de développement des fruits)

1. Forme et taille des grains d'amidon

L'extrait d'amidon natif des plantains de 72 jours et de 83 jours montre des particules de forme diverse mais en majorité ovulaire, généralement groupées par attraction électrostatique (planche 1 et 2).



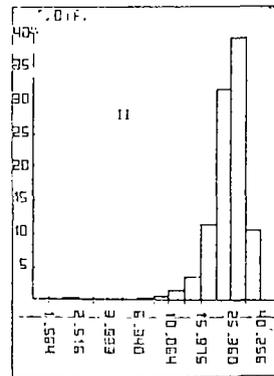
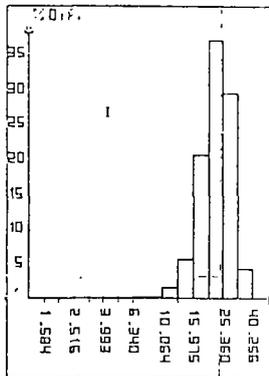
1



2

Planches 1 et 2 : Observations en microscopie électronique à balayage des grains d'amidon d'*ORISHELLE* 72 j. (planche 1) et d'*ORIS HELLE* 83 j. (planche 2). Grossissement x 500.

La dimension de leur taille est également hétérogène et varie de 7 μm à 40 μm dans une population donnée. Sa répartition montre des histogrammes (fig.3) sur lesquels apparaissent des grains d'amidon des plantains de 72 jours plus petits que ceux de 83 jours, la taille moyenne étant respectivement de 23,22 μm et 25,26 μm indiquant une différence significative ($p < 0,05$).



3. Organisation cristalline

L'organisation n'est pas la même pour tous les amidons puisqu'ils ne donnent pas tous le même spectre. Habituellement, ils sont classés en deux types principaux définis chacun par un spectre particulier désigné par A et B dû à une phase cristalline particulière et homogène. Sur la base de cette classification, nos amidons soumis à l'analyse sont du type B (fig. 4) comme celui de la pomme de terre.

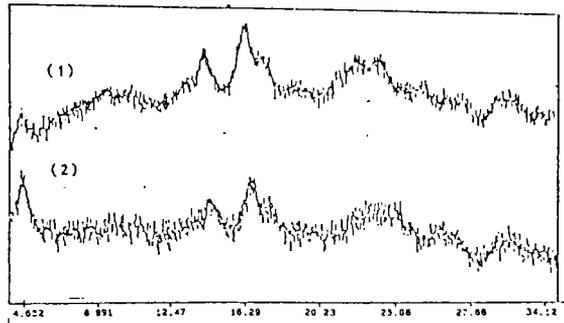


Fig. 4 : Diagramme de diffraction des rayons x des amidons natifs de *ORISHELLE* 72 j. (1) et 83 j. (2).

4. Température de gélatinisation

L'effet thermique est marqué par un pic endothermique enregistré respectivement par les amidons de 72 jours et de 83 jours (fig.5). Ces res-endothermes sont très proches et sont caractérisés par les températures T début, T maximum, T fin et une enthalpie H suivant le tableau ci-contre.

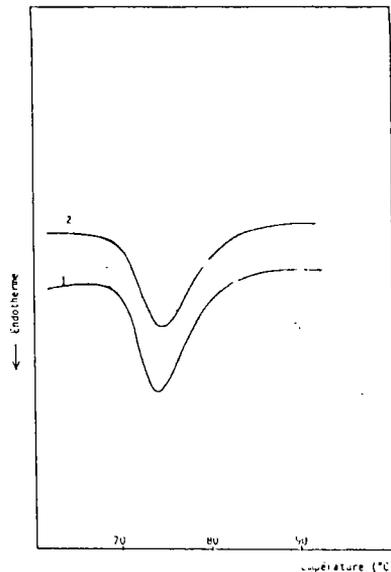


Fig. 5 : Thermogrammes des amidons natifs de plantain *ORISHELLE* du point de coupe à 72 j. (I) et de la récolte ordinaire à 83 j. (II).

Tableau 1 : Caractéristiques des endothermes de gélatinisation d'amidons natifs du plantain ORISHELLE de divers temps de récolte.

AMIDON	de T début	T max	ENDOTHERME		
			T fin	Enthalpie H (J/g)	
ORISHELLE 72 j.	66° 6	74°	83° 5	- 12,4	
ORISHELLE 83 j.	65° 6	73° 5	83° 5	- 13,0	

5. Gonflement et solubilité

Le gonflement traduit la capacité d'absorption de la fraction d'amidon insoluble dans l'eau; il est exprimé en grammes d'eau absorbée par gramme d'amidon (fig. 6-1). La solubilité est la quantité de matériel glucidique soluble à partir de l'amidon suspendu dans l'eau (fig. 6-2).

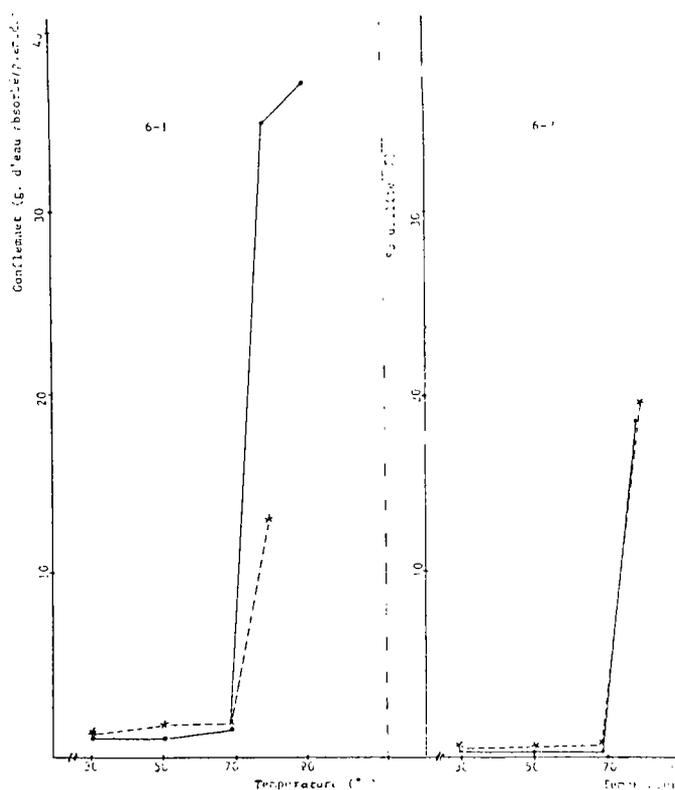


Fig. 6 : Diagrammes de gonflement (Fig.6-1) et de solubilité (fig. 6-2) des amidons de plantain Orishelle 72 j. (●) et de 83 jours (*).

Ces deux types d'amidon présentent des comportements de gonflement et de solubilité comparables. Il se caractérisent par deux stades d'accroissement dont l'un, situé entre 30°C et 68°C, correspond à une faible capacité d'hydratation et de solubilisation, et l'autre est linéairement proportionnel à la température allant de 68°C à 90°C. Ces deux phases se rencontrent également chez les amidons d'ignames, de céréales (DELPEUCH, 1980) et de pomme de terre (COLONNA et MERCIER, 1979).

Les résultats font apparaître une homologie de caractères physicochimiques entre les amidons des fruits du point de coupe et ceux de la récolte ordinaire. La seule différence en défaveur du plantain du point de coupe est la taille inférieure du grain d'amidon, ce qui se répercute sur le fruit entier encore maigre. Mais le grossissement du fruit après le point de coupe n'apporte aucun élément nutritif supplémentaire, c'est le seul fait d'accumulation de l'eau dans les organes des doigts. Le consommateur aurait plutôt gagné à s'intéresser à une denrée qui se conserve plus longtemps avec toutes les caractéristiques d'un aliment amylicé qu'un produit plus volumineux et rapidement périssable.

IV. CONCLUSION

Le point de coupe est une approche de solution au problème de pertes après-récolte; par ce procédé il est possible de conserver pendant plus de 10 jours le cultivar Orishelle dans les conditions de température ambiante comprise entre 24°C à 30° C. Ce temps augmente le délai de distribution et de commercialisation à l'état vert du plantain.

Si les fruits produits à ce stade sont relativement plus petits que ceux de la récolte traditionnelle, ils ne possèdent pas moins toutes les potentialités structurales et fonctionnelles qui leur confèrent le caractère de produit amylicé mature.

De plus, au plan technologique, le point de coupe physiologiquement optimum peut contribuer à fournir une matière première de qualité homogène pendant le traitement, ce qui n'est pas évident avec la récolte ordinaire basée sur l'appréciation subjective du producteur.

En tout état de cause, cette technique mérite d'être prise en considération dans la recherche des moyens pour rationaliser les filières post-récolte du plantain.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BANKS, W., GREENWOOD, C.T., - (1975). "Starch and starch components", Edinburgh Univ. Press, 270-273.
- BEWA, H., - (1978). Amidons des tubercules tropicaux. Efficacité nutritionnelle pour le poulet. Thèse Doc. Ing. Univ. Paris VI.
- CHAMPION, J., - (1963). Le Bananier. Ed. G.P. Maisonneuve et la Rose, 1963, 71-174.
- CHATAIGNIER, J., KOUADIO, T. - (1980). L'économie de la banane plantain en Côte d'Ivoire. CIRES, Cahiers Ivoiriens de la Recherche Economique et Sociale 27 (2).

- COLONNA, P., - (1984). Les amidons de légumineuses. Structures et propriétés. Thèse Doc. Etat. Univ. Paris VI.
- COLONNA, P., MERCIER, C., - (1979). Les amidons de légumineuses : Aspet, composition, structure et propriétés physico-chimiques. *Lebensm. Wiss. U. Technol.* 12, 1-12.
- DELPEUCH, FAVIER, J.C., - (1980). Caractéristiques des amidons de plantes alimentaires tropicales : action de l'alpha-amylase, gonflement et solubilité. *Ann. Technol. Agric.* 29 (1), 35-67.
- DUPRAT F., CHARBONNIERE, R., ROBIN, J.P., GUILBOT, A., - (1974). Radiokristallographische studien and lintnerisierten
Zeszyxy problemowe postepow Naul Rolniczych Z., 159, 155-164.
- GUILLEMOT, J., - (1976). Tests de conservation de la banane plantain, *Fruits*, 31 (11) : 698-700.
- LANGWORTHY C.F., DEUEL, H.J., - (1922). Digestibility of raw rice, arrow-root canna, cassava, taro, tree-fern, and patate starches. *J. Biol. chem.* 52 : 251-261.
- LARSON, B.L., GILLES, K.A., JENNES, R., - (1953). Amperometric method for determining the sorption of iodine by starch. *Anal. Chem.* 25, 802.
- LEACH, H.W., MC COWEN, L.D., SCHOCH, T.J., - (1959). Structure of the starch granule. I. swelling and solubility patterns of various starches. *Cereal. Chem.* 36, 534-544.
- LEACH, H.W., SCHOCH, T.J., - (1962). Structure of the starch granule. III. Solubilitirs of granular starches in Dimethyl sulfoxide. *Cereal Chem.* 39, 318-327.
- LEHNINGER, A.L., - (1985). In "Principes en Biochimie", Ed. Flammarion, Médecine - Sciences, Paris, 1985.
- MARRIOTT, J., PALELA, A.L. - (1983). Bananas and Plantains handbook of tropical foods. HARVEY T., CHAN Jr., Ed. N.Y., 1985.
- MERCIER, C., FEILLET, P., - (1975). Modification of Carbohydrate components by extrusion-cooking of cereal products. *Cereal. Chem.* 52, 283-297.
- PALMER, J.K., - (1971). The Banana. In "Biochemistry of fruits and their products". A.C. HULME Ed. PP. 65-106. Acad. Press, London, 1971
- THIVEND, P., MERCIER, C., GUILBOT, A., - (1972). Determination of starch with glucosidase in "Methods in Carbohydrate Chemistry". Vol. 6, Ed. Whistler, Academic Press, New York and London, 101-105.
- TOLLIER, M.T., GUILBOT, A., - (1971). Caractéristiques de la fraction glucidique des échantillons de maïs grains. *Ann. Zootech.*, 20 633-640.

PARTIE 3

TECHNOLOGIE ET TRANSFORMATION

3.1. MÉTHODES TRADITIONNELLES DE CONSERVATION DE L'IGNAME AU BURKINA FASO

Bere P. AUGUSTIN, Kabre T. SIMÉON
Institut des Sciences de la Nature
Institut du Développement Rural
Université de Ouagadougou
03 BP 7021 Ouagadougou 03
Burkina Faso

Résumé

Le recensement des méthodes traditionnelles de conservation de l'igname dans les différents centres régionaux de production agricole (CRPA) au Burkina faso a permis de recenser cinq méthodes principales réalisées par les paysans pour conserver les tubercules d'ignames après la récolte qui a lieu à partir du mois de septembre. Il s'agit du hangar conique confectionné avec des tiges de mil, de la fosse dont la forme varie suivant les CRPA, du grenier utilisé surtout dans les CRPA de l'Est du pays et enfin du hangar parallépipède construit avec des branches d'arbres et dont la capacité de stockage est plus importante que les autres méthodes.

I. INTRODUCTION

Les principales espèces d'ignames cultivées sont surtout *Dioscorea Rotundata* POIR, *Dioscorea alata*, *D. Cayenensis* LAM. et *D. bulbifera* L. dont la culture est en pleine croissance dans le Sud-Ouest du pays. Six centres régionaux de production agricole (CRPA) se partagent l'essentiel de la culture de l'igname.

Les centres régionaux de production agricole de la Bougouriba et du Centre-Ouest fournissent à eux deux 70 % de la production nationale tandis que les 30 % de cette production sont fournies par les autres CRPA notamment, le Mouhoun, l'Est, la Comoé et les Hauts-Bassins. Mis à part le CRPA de la boucle du Mouhoun, (Nord-Ouest), la production de concentré essentiellement dans le Sud-Ouest et l'Ouest du pays en bordure des frontières du Ghana et de la Côte d'Ivoire. Au Sud-Est, on rencontre des superficies cultivées de moindre importance en bordure de la frontière du Bénin (Pama).

Les méthodes traditionnelles de conservation varient avec les régions et correspondent essentiellement à des pratiques de routine, tenant à la fois compte des quantités à conserver et de la destination des tubercules (semences, commercialisation, consommation).

Dans toutes les zones où la culture de l'igname constitue une activité importante, on peut recenser deux méthodes de conservation dominantes : le hangar et la fosse. Le hangar se rencontre dans toutes les régions productrices d'ignames sauf dans le CRPA de l'Est (Pama) où l'introduction du tubercule semble récente. Suivant l'importance de la culture de l'igname, on distingue deux types de hangars : le hangar conique ou hutte et le hangar parallépipédique.

Les méthodes secondaires sont utilisées pour la conservation de très courte durée des tubercules destinés soit à la consommation familiale, soit à la vente immédiate. Elles sont donc mises en œuvre dans les environs immédiats des habitations, alors que les méthodes principales sont surtout pratiquées dans les champs en pleine brousse (Guenda et al., 1983).

II. MÉTHODES TRADITIONNELLES DE CONSERVATION

1. Hangar conique ou hutte

Il est constitué en général d'une ossature de branches disposées autour d'un tronc d'arbre à feuilles persistantes que l'on recouvre avec des tiges de mil de manière à obtenir un cône semblable au toit de chaume des cases d'habitation. Dans certaines régions ce type de hangar sans ossature, ne comportant que les seules tiges de mil. Généralement construit après la récolte du mil, donc en octobre ou en novembre, il sert le plus souvent d'entrepôt de moyenne durée puisqu'il reçoit les tubercules de la deuxième récolte qui a lieu habituellement en décembre-janvier. Autour de cet abri, on construit une haie faite d'épineux afin d'éviter la consommation des tiges de mil par les ruminants. Ce type de hangar, assez aéré et bénéficiant de l'ombre de l'arbre sous lequel il est dressé, constitue un endroit suffisamment "frais", donc convenable pour la conservation des tubercules entreposés. Il constitue cependant un lieu privilégié pour abriter les insectes, notamment les termites. C'est dans cet abri que l'on transfère ensuite la première récolte d'abord conservée dans la fosse en attendant la récolte du mil. On le rencontre partout dans les CRPA de la Comoé, de la Bougouriba, de la Boucle de Mouhoun et un peu dans le Sud du CRPA du Centre-Ouest (la région de Léo). Ce dispositif est totalement ignoré dans le CRPA de l'Est (région de Pama) soit à cause de l'introduction récente de la culture de l'igname, soit à cause de l'abondance des termites que l'on rencontre dans cette région.

2. Le hangar parallépipédique

C'est toujours autour ou à proximité d'un grand arbre que l'on dresse l'ossature de ce genre d'abri, pour profiter au maximum de l'ombre. Il est constitué de "piliers" fait d'étaies provenant de branches d'arbre de dimensions variables en fonction du gabarit du hangar.

La forme est celle d'un parallépipède, le tronc de l'arbre occupant la position d'un axe central et servant lui-même d'appui pour tout le système. Il est couvert et entouré de seccos confectionnés avec la paille. Le toit est soutenu par des "poutrelles" (branches d'arbre) et recouvert par les seccos. Une deuxième couche faite de paille et/ou de tiges de mil permet d'obtenir un maximum de fraîcheur. La hauteur du hangar varie de 2 mètres dans les CRPA du Centre-Ouest (Léo), de la Comoé, de la Bougouriba à 1 mètre dans le CRPA de la boucle du Mouhoun où l'on est obligé de ramper pour s'y introduire. Mais en général il n'y a pas de hangar standard par CRPA : tout dépend des quantités à stocker.

Le hangar est protégé contre les ruminants, les singes et les phacochères par une haie d'épineux; souvent on entoure le tout avec des tuteurs pour renforcer la construction. Plus le hangar est haut, plus il est ventilé et plus il y fait frais. Dans certains cas, cette construction sert à la fois de "stand" de conservation de longue durée et aussi d'abri pour les paysans qui peuvent s'y reposer pendant la période des travaux des champs.

Comme dans la hangar conique les paysans disposent habituellement les tubercules dans le sens de la longueur par variétés en général empilés les uns sur les autres. Les boutures provenant de la deuxième récolte sont triées et entreposées à part. Les tubercules qui sont coupés sont orientés (parties coupées), direction terre-ciel. Cette méthode permet de “conserver” les tubercules dans un état relativement bon durant 3 à 4 mois.

3. Fosse

Elle constitue le plus souvent un dépôt provisoire. La fosse est pratiquée à proximité ou à l'intérieur du champ, sous un arbre pour profiter le plus possible de l'ombre. Les dimensions moyennes et la forme varient beaucoup d'une région à une autre en fonction d'une part, de l'importance de la récolte et d'autre part de la période de récolte. On distingue deux genres de fosse : la fosse cylindrique et la fosse parallépipédique. Le diamètre moyen des fosses cylindriques est de l'ordre 2 mètres, avec une profondeur pouvant atteindre 1,5 mètre dans le CRPA de la Bougouriba (Diébougou) tandis que dans le CRPA de l'Est (Pama) les dimensions sont nettement plus modestes. Elle est complètement absente dans les CRPA du Centre-Ouest (Léo) et de la boucle du Mouhoun.

Dans la fosse, les tubercules de longueur approximativement égale sont disposés verticalement les uns contre les autres avec la partie germinative tournée vers le haut de manière à constituer une première couche. On met de la terre entre les tubercules jusqu'à ensevelissement. L'on tasse en piétinant. On réalise une deuxième couche de tubercules puis une troisième et une quatrième éventuellement. Le nombre de couches de tubercules peut atteindre cinq. Sur la dernière couche de tubercules, on met de la terre que l'on tasse, puis on recouvre le tout avec des branchages. Afin d'éviter l'infiltration des eaux de pluies, on pratique autour de la fosse une rigole d'écoulement. Chaque fosse peut ainsi recevoir de 300 à 500 tubercules de la première récolte. Dans tous les cas on pratique le camouflage. Ainsi, la partie supérieure d'une fosse peut se terminer comme une butte (fosse en plein champ), ou à ras du sol dans signes particuliers, ceci pour éviter d'attirer l'attention des voleurs et des animaux. Cette méthode de conservation se rencontre surtout dans le CRPA de la Comoé.

Dans le CRPA de l'Est (Pama), la fosse est souvent de forme parallépipédique et la profondeur ne dépasse pas un mètre. La disposition des tubercules se distingue également de celle observée dans les autres régions. Ici, au fond de la fosse on dépose un tapis fait de feuilles et de cataphylles d'ignames, puis on entasse les tubercules les uns sur les autres dans le sens de la longueur parallèlement au niveau de la fosse jusqu'à ce qu'elle soit remplie. On recouvre les tubercules d'un deuxième tapis de feuilles et de cataphylles et enfin le tout est recouvert de branches. L'aération n'est pas très bonne mais la durée de la conservation est courte (de 1 à 2 mois). Dans cette région, c'est la principale technique utilisée pour la conservation de l'igname, conservation de courte durée puisque la récolte est tout de suite consommée ou vendue de sorte que vers la fin du mois de janvier, on en trouve plus, exception faite des boutures de tubercules chez les paysans.

Dans certaines régions, la profondeur de la fosse ne dépasse pas beaucoup la longueur des tubercules d'ignames (CRPA de la Bougouriba). Dans ce cas il s'agit de fosses destinées à assurer une conservation de longue durée. En effet, les paysans estiment qu'une telle disposition leur permet d'accéder facilement aux bourgeons (germination), et aux cataphylles, de les couper pour éviter leur développement au détriment du tubercule, ce qui eût été difficile si les tubercules étaient déposés en profondeur ou empilés en couches successives.

4. Le grenier

C'est le grenier qui contient déjà les récoltes de céréales ou de légumineuses au-dessus desquelles on dispose 20 à 30 tubercules pour les besoins domestiques. Lorsque cette quantité est épuisée, on réalise un nouvel approvisionnement en transférant les tubercules des hangars de champs vers le domicile. Cette technique se rencontre un peu partout et est la seconde méthode de conservation dans le CRPA de l'Est (Pama).

5. Le hangar familial

La deuxième méthode de conservation secondaire utilise le hangar familial. Sur le hangar on dispose une rangée de tubercules que l'on recouvre avec de la paille. Ici aussi les tubercules stockés sont destinés à la consommation ou à la vente immédiate sur les marchés des villages. Il faut remarquer que les hangars se situent toujours sous ou à proximité d'un arbre à la recherche d'un maximum de fraîcheur.

Les descriptions de ces méthodes font apparaître que les paysans ne pratiquent ni la conservation directe dans les buttes ni la méthode des claies horizontales ou verticales rencontrées en zone forestière (Kone, 1983, Wilson).

III. LES FACTEURS LIMITANT LA CONSERVATION

Trois facteurs essentiels interviennent dans les pertes post-récolte : les ravageurs, les pourritures, et la germination.

Les ravageurs : les animaux comme les insectes détruisent les tubercules posés à même le sol ou enfouis dans le sol (fosses). Les principaux groupes que nous avons déterminés sont :

- les termites qui s'installent dans les blessures et creusent leurs galeries dans le tubercule.
- les grillons se nourrissent également des tubercules surtout lorsqu'ils sont encore dans la butte ou dans la fosse.
- les coléoptères (cétaines, ténébrions, nitidules) sont aussi rencontrés dans les tubercules en association avec les moisissures (Foua-Bi, 1983).
- les rongeurs comme le rat de Gambie provoquent également des pertes assez importantes.
- Enfin, certains gros animaux peuvent détruire les huttes et les hangars et consommer abondamment les tubercules d'igname. Ce sont les singes et les sangliers.

Les pourritures : elles sont également occasionnées par :

- une mauvaise technique de récolte provoquant des blessures sur des tubercules ou se développent alors les champignons et les bactéries.
- une récolte précoce donne des tubercules non mûrs qui se conservent mal et pourrissent rapidement.
- les conditions thermiques et hygrométriques peu favorables à une conservation de longue durée (6 à 7 mois) dans les différentes méthodes de conservation.
- La germination : ce phénomène apparaît dès la levée de la dormance au cours du mois de février. Cette germination a pour conséquence une perte en poids du tubercule au profit du cataphylle (BOOTH, 1974). Ce phénomène reste entier au niveau du monde rural qui ne dispose pas de produits pouvant inhiber la germination.

IV. CONCLUSION : PROPOSITION D'UN ABRI AMÉLIORÉ DE CONSERVATION

Le hangar parallépipédique présente beaucoup d'avantages par rapport au hangar conique et à la fosse. Ce dernier peut être amélioré dans sa construction pour diminuer les pertes.

- Les dimensions peuvent être agrandies pour permettre une libre circulation.
- Les dispositions peuvent être prises pour lutter efficacement contre les animaux sauvages par une meilleure protection externe.

Une hauteur de 2 mètres est suffisante pour permettre à un homme de se tenir debout et de procéder aux travaux divers. La largeur et la longueur, variables dépendant de la quantité de tubercules à stocker. Le toit est constitué de seccos sur lesquels sont déposées des tiges de mil pour assurer une bonne protection contre la chaleur. Le hangar devra être construit sous un arbre à feuilles persistantes pour les mêmes raisons.

A l'intérieur de ce hangar, des étagères superposés sont construits avec des branches pour recevoir les tubercules qui seront alors classés par variétés. Ces étagères permettent d'éviter le contact direct des tubercules avec le sol et ainsi les soustraire à l'invasion par les insectes. De plus le bois de construction peut être enduit d'insecticide pour en repousser le plus grand nombre possible.

Le hangar peut alors être protégé par un grillage pour éviter sa destruction par les gros animaux.

Le dispositif proposé n'a pas la prétention de résoudre tous les problèmes de préservation des tubercules d'ignames. Il constitue une étape nécessaire dans la mesure où il permet de mieux cerner les causes des pertes : soustraire d'abord les tubercules à l'action directe de bon nombre de ravageurs, assurer ensuite un stockage dans des conditions thermiques et hygrométriques perfectibles. L'amélioration attendue grâce à ce dispositif ne suffit pas. Il reste les champignons et la germination qu'il faut aussi combattre.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME: Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage.
- BOOTH HH., (1974): Post-harvest deterioration of tropical root crops: losses and their control. *Tropical science* (1974) 16 (2) : 49-63..
- DUMONT R. (1980) : Synthèse des études sur les tubercules de Haute-Volta 1977, 1978, 1979 (IRAT), 1980.
- FOUA-BI K. (1983) : Les déprédateurs animaux des ignames en cours de végétation; séminaires sur l'igname, 2-5 novembre 1983, Abidjan Côte d'Ivoire.
- GUENDA W., A. BERE, J. SAOURA, J. L. KONGO et T. S. KABRE (1983) : Des méthodes traditionnelles et conservation de l'igname en zone zoudanienne de Haute-Volta, post-récolte (1983) 1, 1-34.
- KONE M. (1983) : Méthodes traditionnelles de conservation de l'igname en Côte d'Ivoire, séminaire sur l'igname, 2-5 novembre 1983, Abidjan, Côte d'Ivoire.
- WILSON J. : Careful storage of yams, international institute of tropical agriculture, Commonwealth Secretariat Marlborough House, Pall Mall, London SW1Y5HX, England.

3.2. TECHNIQUES DE CONSERVATION DU PADDY PAR REFROIDISSEMENT

par

Antonio FINASSI* et Paolo NORIS**

* Agronome-Chercheur ** Assistant Technique
Institute per la Meccanizzazione agricola CNR
- Strada delle Cacce, 73-10135 Torino (Italie)

Résumé

*Environ 2 400 tonnes de paddy de quatre variétés de *Oryza sativa* sp. japonica ont subi 36 cycles de refroidissement.*

A l'entrée dans le silo de refroidissement : les paddy ont une humidité 15 % et une température 33-35°C, l'humidité et la température à la fin du refroidissement sont respectivement 14,5 % et 14-15° C.

L'air de refroidissement entre 8-10°C et 75-80 % de H.R., à la sortie du silo à la fin du cycle : il est à 16°C et à 60 à 65 % de H.R.; pour un débit spécifique 22 à 25 m³/h par M³ de paddy et une durée moyenne du refroidissement de 26 h environ; le volume spécifique d'air insufflé est 650 m³/m³ de paddy. Ce qui a entraîné une dépense énergétique de 3 kWh/t.

Par refroidissement, on a obtenu une réduction de 0,5 % la teneur en humidité du paddy. Le temps de séchage a été réduit de 15 % et le produit a été conservé pendant dix mois sans intervention ultérieure.

I. INTRODUCTION

C'est essentiellement par son caractère commercial que l'agriculture moderne diffère de l'ancienne : l'agriculteur ne produit plus seulement pour consommer lui-même mais surtout pour vendre. Cette nouvelle orientation découle du besoin de disposer de moyens financiers afin d'acheter les facteurs de production (semences, engrais, etc), de rémunérer le capital investi et le travail fourni. Mais, pour obtenir des revenus satisfaisants, l'agriculteur doit livrer des produits de qualité et être à même de contrôler l'offre.

De la qualité dépend le prix, de la disponibilité au cours du temps la capacité d'utiliser au mieux l'évolution des prix de marché en adaptant l'offre à la demande.

Par conséquent, il faut non seulement produire de la quantité et de la qualité, mais aussi assurer la conservation de la façon la meilleure.

Le paddy est soumis, lui aussi, à ces règles fondamentales et, s'agissant d'une céréale particulière, il existe un stockage approprié et soigné. En effet, le paddy n'est pas une céréale comestible directement; il doit subir un traitement ultérieur (usinage) de type mécanique qui a pour but de libérer le caryopse des glumes et des glumelles et de la couche périphérique. Pendant cette opération, le riz peut se casser et former des brisures d'une valeur commerciale réduite. L'étendue de ces brisures peut dépendre également des conditions de stockage et surtout de celles de séchage. Durant la période de stockage, le paddy peut être attaqué par des insectes de différentes espèces qui se nourrissent du caryopse (*Sitophilus oryzae*, *Rhizopertha dominica* F., *Oryzaephilus surinamensis* L., *Sitotroga cerealella* O.).

Au cas où le paddy a été emmagasiné à une teneur d'humidité supérieure à 15 % et à une température dépassant 18°C des fermentations peuvent se déclencher avec pour conséquences l'attaque de la part de champignons et donc la production de mycotoxines ou le jaunissement du caryopse.

En définitive, alors que l'attaque des insectes provoque une réduction de la masse comestible, l'attaque de la part des champignons est cause d'une diminution de la qualité et parfois de la perte de l'utilisation alimentaire.

En règle générale, le séchage empêche le développement de champignons alors que des traitements spécifiques à l'aide de produits chimiques plus ou moins persistants empêchent le développement des insectes.

II. BUTS

En Italie, c'est l'agriculteur qui sèche et stocke dans son exploitation le paddy produit. Etant donné que le schéma doit s'effectuer selon des modalités empêchant l'augmentation des brisures à l'usinage, l'opération se fait lentement avec de basses dépenses thermiques. C'est pourquoi, il est avantageux d'interrompre le séchage lorsque la teneur d'humidité du paddy se situe autour du 15 % pour arriver ensuite, à l'aide du refroidissement à 13-14°C, à des valeurs de teneur d'humidité chimique de protection contre l'attaque des insectes pendant toute la période de stockage.

Etant donné que l'opération de refroidissement comporte aussi une réduction d'humidité appréciable (0,5 à 1 %), la capacité d'usinage et le rendement thermique du séchoir sont sensiblement augmentés, car c'est précisément la phase finale du séchage qui exige une plus forte dépense d'énergie et qui peut déterminer l'augmentation des brisures à l'usinage. La technique du refroidissement présente donc des raisons valables aussi bien en ce qui concerne la phase de séchage que celle de stockage.

III. MÉTHODES DE TRAVAIL

Le refroidissement a été interrompu lorsque la température moyenne de paddy a atteint 14°C, valeur qui inhibe le développement des insectes. A chaque heure, il a été procédé à enregistrement de la pression de l'air dans le tuyau d'amenée, la température et l'humidité relative de l'air à l'entrée et à la sortie du silo, la température du paddy à 4 hauteurs différentes dans le silo. De plus la durée de fonctionnement du compresseur, le temps total de ventilation et les consommations d'énergie électrique ont été relevés.

A chaque heure a été déterminée l'humidité du paddy à la sortie du séchoir à l'aide d'un mesureur électronique; ensuite l'humidité a été contrôlée à nouveau dans un étuve suivant la méthode ISO.

A la fin du refroidissement, le paddy était déplacé dans les silos de stockage, cette opération favorise le brassage en égalisant la température et l'humidité de la masse. Pendant le transfert, des échantillons ont été prélevés périodiquement et sur ces derniers la teneur en eau a été déterminée dans l'étuve.

Tous les échantillons prélevés pour la détermination horaire de l'humidité, d'abord à l'entrée dans le séchoir, à la sortie du séchoir et après le refroidissement, ont été réunis et mélangés (2 kg). Sur cet échantillon, l'humidité et le pourcentage de rendement à l'usinage ont été déterminés.

Le cycle d'exécution mis en œuvre n'a pas entravé les opérations normales de l'exploitation.

Le schéma de travail adopté consiste dans :

- battage par moissonneuse-batteuse et transport en vrac
- nettoyage du paddy humide (20-23 %)
- séchage dans un séchoir à colonne à zig-zag à 5 passages à cycle ouvert jusqu'à atteindre 15-15,2 % d'humidité
- nettoyage du paddy séché
- chargement dans le silo de refroidissement où il reste pendant 24 heures environ
- déchargement du silo du riz et transfert dans les silos de stockage à une humidité de 14,5-14,7 % et une température de 14°C
- enregistrement et relevé périodique de la température du paddy à l'intérieur des silos de stockage jusqu'au moment de la vente
- contrôle du poids et des qualités commerciales du paddy vendu.

IV. RÉSULTATS OBTENUS

Cette expérimentation a eu lieu au cours des années 1988 et 1989 et a concerné les mois de septembre-octobre dans des conditions climatiques généralement favorables (Fig. 5). Figure 5. Diagramme du climat et de la période de récolte des variétés du paddy.

Année 1988

Le tableau II présente les données relatives à cette année se rapportant à 18 cycles pour un total de 1 250 tonnes.

Les éléments les plus intéressants concernent l'énergie dépensée : 3 kwh par tonne de paddy traité, la durée du traitement : environ 26 heures et l'humidité éliminée : 0,5 %.

De plus, il a été intéressant de noter que le rendement à l'usinage est resté inchangé après le refroidissement.

Tableau 1. Données de refroidissement en 1988

Cultivar	Masse kg 10 ⁴	Cycles n°	PADDY				Air de refroidissement				Durée moyenne du cycle h	Consom- mation d'énergie kwh	Rendement à l'usinage		
			Température		Humidité		t	HF.	Débit				avant refroidissement	après refroidissement	
			avant C°	après °C	avant	après			m ³ /m ³	paddy Total					
LIDO	350	5	33-36	13-15	14,55	14,06	1995	10	80	24,0	628	26,0	2,51	57	57
EUROPA	330	5	33-35	14-15	14,32	13,87	1733	8-10	80	25,7	780	29,2	3,51	62	61
GRIPPO	570	8	32-33	13-14	14,73	14,20	3520	10-11	80	25,4	628	23,8	2,95	56	56
Total	1250	18	-	-	-	-	7248	-	-	-	-	-	-	-	-
Moyenne	-	-	33,5	13,9	14,57	14,07	-	-	-	25,8	668	25,9	2,99	57,9	57,6

Le paddy a été vendu entre mars et août suivants, c'est-à-dire après 5 à 10 mois du traitement. Pendant cette période aucun refroidissement ultérieur n'a été effectué et la température moyenne du paddy après dix mois de stockage était remontée à 17-18°C.

Il n'y a pas eu d'attaques de la part des insectes.

Cette première année d'expérimentation a permis de constater que le groupe de refroidissement était bien proportionné et le système possédait une validité économique.

En particulier, l'examen du déroulement du refroidissement dans le silo, révélé par l'allure des températures relatives aux différentes hauteurs (fig. 6), montre que le débit de l'air refroidi était bien dimensionné à la capacité du groupe de séchage et que les temps de refroidissement permettaient d'éviter la formation de condensation à l'intérieur de la masse du paddy par saturation de l'air de refroidissement, condition qui pourrait provoquer des microfissurations dans le caryopse à la suite de la réabsorption d'humidité (KUNZE, 1979).

Toutefois, il a été constaté que le schéma avait été prudemment excessif et c'est pourquoi, il devait être interrompu lorsque le pourcentage d'humidité du paddy à la sortie du séchoir se situait autour de 15 %.

En conclusion, il est résulté que les potentialités de ce procédé n'avaient pas été pleinement utilisées en ce qui concerne la réduction des temps de séchage alors que le bas coût du traitement et son efficacité pour contrôler le développement des insectes et des champignons pendant les dix mois de stockage étaient confirmés.

Année 1989

Le tableau 2 présente les données relatives à cette année se rapportant à 18 cycles pour un total de 1 088 tonnes.

La consommation d'énergie électrique a varié considérablement suivant les cultivars; la valeur la plus élevée (4,13 kwh/t) concerne le cultivar Venria à cause du remplissage partiel d'un silo de refroidissement et du fonctionnement plus long du compresseur à la suite de la température ambiante plus élevée qui s'est vérifiée pendant le traitement (fig. 5b). Les deux autres cultivars Lido et Cripto ont fait enregistrer des consommations de l'ordre de 3 kwh/t. En moyenne la consommation d'électricité était supérieure de 10 % par rapport à l'année 1988 (3,3 kwh/t); il n'a pas encore été possible de déterminer la raison de cette variation.

Pendant cette deuxième année, le séchage a été interrompu lorsque l'humidité du paddy se situait autour de 15 %, c'est-à-dire 0,5 % en plus par rapport à l'année précédente en réduisant d'environ 15 % le séjour dans le séchoir.

Tableau 2. Données des essais de refroidissement en 1989.

Cultiver	Masse kg 10 ³	Cycles n°	PADDY				Air de refroidissement				Durée moyenne du cycle h	Consom- mation d'énergie kwh/	Rendement à l'usinage		
			Température		Humidité		t.	HF.	Débit				avant refroidissement	après refroidissement	
			avant C°	après °C	avant	après reduc- tion			m ³ /m ³ paddy Total	m ³					
LIDO	265	3	31	14	15,0	14,50	0,50	10-13	80	28,1	680	24,2	2,92	65	66
VENERIA	265	3	34	15	14,95	14,22	0,73	10-13	80	27,7	572	23,3	4,13	65	65
CRIPTO	758	12	30	14	15,23	14,68	0,55	11-13	80	24,1	565	23,4	3,24	58	58
Total	1088	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moyenne			30,7	14,1	15,25	14,58	0,57			25,2	583	23,5	3,32	60	60

Il a été confirmé que la quantité d'eau éliminable avec le refroidissement est liée à la température moyenne initiale; en effet, la réduction la plus forte a été enregistrée avec le cultivar Veneria (0,73 %), alors que pour les cultivars Lido et Cripto elle s'est réduite à 0,5 %.

Ce comportement, découlant des valeurs moyennes, est confirmé par l'examen des différents cycles qui font ressortir que la réduction mineure coïncide avec la différence la plus basse entre les températures de début et de fin du procédé.

Il s'ensuit donc que, avec les techniques de séchage actuelles adoptées et avec une différence de température d'environ 20°C, il est possible de ne réduire l'humidité que de 0,5 à 0,8 %. Ce fait revêt une importance fondamentale en vue de déterminer l'humidité maximale admissible du paddy à l'entrée du silo de refroidissement.

En ce qui concerne le débit spécifique de refroidissement, des débits de 23-25 m³/h par M3 de paddy traité suffisent à assurer le refroidissement à 14°C dans l'espace de 24 heures environ. Le coût de traitement (12 FF/t) est compensé par l'augmentation de produit vendu, la qualité améliorée et la sécurité du stockage sans traitements chimiques.

Par ailleurs, il existe un certain nombre de facteurs de limitation et des difficultés qui n'ont pas encore été entièrement résolues; la principale est la mesure en temps réel et avec une approximation suffisante (0±0,5 %) de l'humidité du paddy à la sortie du séchoir. De plus, il faut procéder à un contrôle continu du procédé pendant le refroidissement et le stockage ensuite, et c'est pourquoi il faut disposer d'un personnel formé ayant une certaine connaissance de la conduite des installations de refroidissement.

Il est nécessaire également d'équiper les silos de stockage de dispositifs de détection de la température et qui doivent être contrôlés périodiquement avec soin.

Compte tenu des conditions environnementales difficiles dans lesquelles s'effectue le stockage du paddy dans les zones tropicales, avec le danger permanent que constitue l'attaque des insectes et des champignons, la technique de stockage par refroidissement est jugée comme une application avantageuse surtout dans les grandes installations de stockage dans les rizeries ou dans les magasins des coopératives ou d'Etat.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANGLADETTE A. (1960) : Le séchage du riz; bulletin de renseignements n° 23 FAO, Roma.

ANONYME (1970) : Stored-grain insects, U.S. Dep. Agric. Handbook 500, 57.

CARDERWOOD D.L. COGBURN R.R., WEBB B.D. AND MARCHETTI M.A. (1984): Aeration of rough rice in long term storage. Transact. Am. Soc. Agric. Eng. 27 : 1579-1585.

KUNEZ O.R. (1979) : Fissuring of the rice grain after heated air drying. Transact. Am. Soc. Agric. Eng. 22 : 1197-1207.

SHOVE G.C. (1973) : Lox temperature drying. The University of Illinois Grain Conditioning Conference Proceedings, lox temperature drying and chemical preservatives : 2-7

3.3. LA TRANSFORMATION DU GRAIN DE SORGHO EN RÉPUBLIQUE CENTRAFRICAINE

Faustin-Robert PADEMONA
Directeur du Programme Post-récolte
B.P. 506, Bangui, République Centrafricaine

Résumé

Le sorgho constitue l'une des céréales les plus consommées en République Centrafricaine. Sa transformation en farine est une contrainte importante pour les femmes qui utilisent les méthodes traditionnelles du pilonnage. Des tests d'utilisation de petits broyeurs mécaniques ont donné des résultats satisfaisants qui méritent d'être poursuivis.

I. INTRODUCTION

Le sorgho est l'une des cultures vivrières produites en République Centrafricaine. Il rentre dans l'autoconsommation familiale sous forme de boule, de bière ou de beignet. Les méthodes de transformation du grain en farine sont celles qui se sont transmises de générations en générations, sans grand changement. L'utilisation du pilon et du mortier, éléments caractéristiques de la transformation autochtone du sorgho représente un lourd fardeau pour les ménagères. Ainsi donc, le Projet Système Post-Récolte a consacré une partie de ses ressources pour essayer de trouver des solutions au problème des femmes.

Les recherches entreprises comprennent :

- * des enquêtes auprès des ménages;
- * des tests de mouture;
- * l'amélioration d'un moulin localement fabriqué.

Ces différents travaux sont consignés dans les pages suivantes.

II. CYCLE DE LA MOUTURE TRADITIONNELLE DU SORGHO

Le sorgho ou gros mil est l'une des céréales produites dans de nombreux pays tropicaux dont la République Centrafricaine. Il est cultivé pour sa graine qui sert comme aliment des hommes et des animaux. Deux genres de sorgho sont produits dans le Nord du pays domaine de la savane : le sorgho rouge et le sorgho blanc. Le sorgho rouge est très apprécié dans la préparation de la bière de mil. Le sorgho blanc est utilisé dans la plupart des cas, dans la préparation de boule de mil et de la bouillie. La récolte du sorgho se fait en saison sèche (décembre-janvier). La teneur en eau du grain au stockage se situe autour de 12 %.

II.1. Les opérations de nettoyage du sorgho

Elles visent à assurer le conditionnement du sorgho avant sa transformation en farine. Le sorgho est versé dans le mortier. On y ajoute une certaine quantité d'eau (500 ml/2 kg de sorgho). Avec le pilon, on martelle légèrement le produit imbibé. Une fois que la séparation des deux parties est estimée suffisante, le sorgho, à moitié pilé est sorti du mortier pour se retrouver dans une cuvette d'eau.

Les téguments et autres impuretés qui surnagent sont enlevés et jetés. Le produit comestible est récupéré au-dessus des grains de sable et autres qui eux, se sont déposés au fond de la cuvette. L'aliment est mis à sécher.

Le séchage rapide des grains se fera pendant quelques minutes, préalablement à sa mouture.

II.2. La mouture du sorgho

La denrée alimentaire ressuyée est remise dans le mortier. Sous les coups de pilon, elle est réduite en fines particules.

Des poignées de sorgho sont éparpillées dans le fond mouillé d'eau d'un panier. Après de nombreux mouvements d'agitation (de haut en bas), les plus fines particules adhèrent à la paroi du panier.

A l'aide d'une calebasse ou d'une assiette, la partie grossière, mobile, est récupérée et retournée au mortier. Elle subira un autre pilage et reviendra ensuite au panier tamis. La farine recherchée, immobilisée sur les parois est récupérée et déposée dans un récipient apprêté à cet effet. De cette manière on travaillera le sorgho jusqu'à ce que la partie grossière corresponde à une petite quantité.

Une autre manière d'obtenir de la farine est de verser une quantité du sorgho broyé dans un tamis de 0,5 à 1,5 mm de maille. Grâce à des mouvements horizontaux d'agitation du tamis, les fines particules passent au travers les mailles et sont récupérées dans un récipient préalablement disposé en-dessous du tamis. Les gros morceaux qui restent sur le tamis sont repilés et retamisés. L'opération repilage-tamisage prend fin lorsque la farine aura suffisamment été extraite. Le son est généralement utilisé pour la préparation de la bouillie.

Ces différentes opérations ont été suivies par le projet système Post-Récolte qui a confirmé la pénibilité du travail qui se fait généralement en groupe de deux ou trois ménagères.

III. RECHERCHES DES VOIES D'ALLÈGEMENT DU TRAVAIL DES FEMMES

La recherche de la solution au problème de pilage du sorgho a été l'un des soucis du projet ci-dessus mentionné. Les travaux ont débuté par des enquêtes sur les méthodes traditionnelles. Ensuite les moulins rencontrés dans le pays ont retenu l'attention du projet. Les résultats de quelques recherches sont présentés dans les pages suivantes.

III.1. Les enquêtes

Les enquêtes menées par le personnel du projet ont consisté à identifier les stades de transformation du sorgho les plus difficiles, qui mériteraient d'être améliorés. Les informations ont été rassemblées grâce à des entretiens individuels (un agent-un paysan) ou des réunions avec des groupements villageois. Des questionnaires ont servi de base à ces travaux.

Les enquêtes ont montré effectivement que la mouture du sorgho est une tâche difficile (longue et épuisante). Tout le long des contacts pris avec les paysans, un besoin de moulin a été manifestement exprimé dans tous les villages.

Nombre de femmes se sont montrées prêtes à cotiser afin d'acheter un moulin à céréales. 98 % des ménagères interrogées optent pour une machine pour travailler le sorgho déjà nettoyé. Autrement dit, le stade pilage-tamissage représente un travail fastidieux pour les femmes. Des tests de pilage ont servi à vérifier ces propos.

III.2. Les tests de pilage

Même s'il n'a pas été possible de mesurer la quantité d'énergie musculaire utilisée par les femmes au cours des opérations n'empêche que tout travail équivaut à une dépense de calories. En plus la transformation du sorgho en farine est une chaîne d'opérations qui occasionnent aussi beaucoup de pertes par les fuites de grains de sorgho lors des pilages et les brisures. Les chiffres ci-dessous illustrent quelques aspects des problèmes. Chacune des (4) quatre femmes retenues a reçu 2 kilogrammes de sorgho à transformer en farine : le cycle de production de la farine a duré en moyenne 90 minutes. Les pilages-tamisages ont à eux seuls nécessité 24 minutes, le lavage et le ressuyage ont exigé 25 mn.

Le sorgho sec entre dans le mortier avec une teneur en eau de 12 %. L'imbibition l'amène à 18 %. Il subit le pilage avec un taux variant entre 25 à 30 %. La farine de sorgho contient ces derniers taux d'humidité, ce qui pose des problèmes pour la conservation (VANEK/FAO 1982).

Tableau I. Les pertes de sorgho enregistrées au cours de la mouture sont récapitulées dans le tableau suivant :

Nature des pertes	% des pertes
Chute de produit et résidu du nettoyage	25 %
Ressuyage	1,5%
Son issu du tamisage	7,5%
Total des pertes	32 %

Source : Rapport 1er phase du projet Post-récolte

IV. LES ESSAIS DE MODERNISATION DE LA MOUTURE DU SORGHO

Le premier travail effectué dans ce domaine a été d'inventorier les différents types de moulins introduits et en fonction dans le pays.

IV.1. Inventaire des broyeurs

Selon les sources d'énergie qui font tourner les moulins, trois types ont été révélés :

- 3* des moulins manuels de marque HUNT,
- 2* des moulins électriques de marque MONTO,
- 3* des moulins à essence de marque MONTO.

Du fait de la quasi absence de l'énergie électrique dans les villages, le type N 2 a été d'office écarté.

Le prix relativement élevé du moulin (1 million de F CFA) par rapport aux revenus des agriculteurs centrafricains, le troisième type de moulin a été aussi à priori soustrait du programme de recherche.

Ainsi, les travaux ont été axés sur le moulin manuel.

IV.2. Travaux sur le moulin manuel : HUNT

Un exemplaire de ce moulin retrouvé chez les réfugiés tchadiens installés dans la région du projet, un deuxième HUNT, vendu par la Mission catholique de Bouar un projet ont servi à faire des tests de mouture.

Les experts en transformation alimentaire ont conclu que le moulin manuel, à mouvements rotatifs, est plus fatiguant que le pilage (à mouvements verticaux). Les consommateurs de leur côté n'ont pas apprécié le produit final. En effet c'est une farine grossière (2-3 mm) qui a été obtenue alors que les ménagères de la localité préfèrent une farine de texture fine. L'aliment issu de la machine est généralement utilisé pour la préparation de la bière de mil. Ces résultats ont amené le projet et l'Agence Centrafricaine de Développement de l'Ouham-Pendé (AOADOP) à faire tourner le moulin HUNT par des animaux.

IV.3 Le moulin ménage

C'est le moulin HUNT sans la manette, qui est monté sur une armature en acier ou en bois. L'ensemble de la machine est actionnée par un ou deux bœufs qui tournent autour d'un mur circulaire, sur lequel roule une roue. Le moulin est relié aux animaux par une sorte de joug.

Deux types de disques (meules) ont été employés des disques en pierre fabriqués par la société CRIQUETS et de meules en acier produites par IRUS ont servi dans les tests de mouture.

Aucun type de disques n'a été capable de produire de la farine de sorgho (sec ou humide) répondant aux goûts des consommateurs. Le rendement est resté aussi faible (12 kg/h) tous les jours en ligne devant la machine.

Seules les trois ou quatre premières voyaient leurs céréales écrasées. Mais il fallait assurer à la maison un tamisage du sorgho broyé. Selon les villageois, la farine issue des disques en pierre ressortait un goût de terre mouillée. Elles n'étaient pas les attentes des ménagères, qui ont par la suite, abandonné la solution de leur problème. ACADOP dut alors retirer ses innovations. La seule possibilité à la portée du projet fut le moulin motorisé.

IV.4. Le moulin MONTO

Dans l'inventaire des moulins actionnés par un moteur à essence, seule la marque française MONTO était retrouvée partout. Cependant, cette technologie est inexistante en dehors des grandes villes. Le constat a fait ressortir que les propriétaires de ces machines refusaient de les utiliser pour la mouture des céréales (sorgho). Le manioc cossette faisait l'objet de broyage par ces moulins.

Des investigations ont montré que la consommation de carburant doublait lorsqu'on passait du manioc au sorgho. Il fallait souvent assurer deux passages pour obtenir la farine recherchée par les ménages. Le travail du sorgho n'est donc pas profitable pour la propriétaire de MONTO. Les frais de mouture fixés paraissaient élevés et la ménagère n'arrivait pas à toujours payer la totalité.

Tous ces problèmes incitèrent à persévérer dans la recherche d'un moulin fabriqué par un artisan local. Des contacts furent pris avec le fabricant. Le modèle local est plus proche du MONTO; son prix de vente est de 600 000 F CFA.

Des modifications furent apportées au modèle local. Le désengagement de la machine fut assuré par un deuxième orifice (la farine et le son sortent de trous différents). La machine n'est plus étouffée par le son. Un espace est aménagé entre la trémie et les disques. Il permet de détecter et d'extraire les pièces d'argent, les morceaux de métal mélangés au produit à moudre qui endommagent les tamis.

Après un calcul de frais de production du moulin amélioré, le prix de vente fut arrêté à 480 000 F CFA (au lieu de 600 000 F CFA).

V. CONCLUSION

L'étude des méthodes traditionnelles de transformation du grain de sorgho en farine, le test et la modification de moulin, ont constitué la recherche à l'allègement du travail des ménagères. Les résultats obtenus du modèle local ont donné satisfaction à plusieurs communautés villageoises. Malheureusement, l'épuisement du budget du projet met en veilleuse des travaux, devenus de plus en plus intéressants pour les consommateurs de boule de sorgho.

3.4. UTILISATION DES CÉRÉALES ET DES OLÉAGINEUX LOCAUX AU CONGO

Par

Dr Thérèse KINKELA

Laboratoire des études et des recherches
sur l'alimentation et la nutrition Faculté des Sciences,
Université Marien NGOUABI
BP 13615 Brazzaville, République Populaire du Congo

Résumé

Les céréales locales sont représentées par le maïs et le riz. En milieu rural, certains paysans utilisent le maïs en associant avec la farine de manioc ou le vin d'ananas dans la fabrication des boissons traditionnelles. Mais, en ville, le maïs et les tourteaux d'arachide sont utilisés dans la fabrication de l'aliment de bétail.

Les oléagineux qui posent d'énormes problèmes de stockage après récolte sont représentés par l'arachide, le safou et les graines de courge. Des recherches sur l'extraction de l'huile de safou et de courge, la conservation du safou par séchage solaire et la fabrication du lait de courge et d'arachide sont entreprises.

I. DONNÉES GÉNÉRALES SUR LES PRODUITS VIVRIERS LOCAUX

Les principaux produits vivriers du Congo sont représentés dans le tableau I

La production largement auto-consommée est de plus en plus vendue sur les marchés urbains depuis que la commercialisation a été libéralisée en 1987. Cependant, les rendements de productions restent encore faibles à cause de la dégénérescence des sémences et des moyens de production trop rudimentaires utilisés par les paysans.

Deux céréales locales sont consommées : le maïs et le riz, mais leur consommation tend à diminuer face à la concurrence du blé et dérivés importés. Leur niveau de consommation varie lorsqu'il s'agit d'un consommateur urbain ou rural; il est très faible pour le maïs dans les deux cas.

Outre la consommation humaine surtout sous forme de bouillie, le maïs est utilisé dans la fabrication de l'aliment de bétail et des boissons traditionnelles ou bières locales. La consommation de ces boissons n'est pas négligeable aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain.

Le riz est plus consommé dans les centres urbains que dans les milieux ruraux, mais sa consommation reste encore limitée.

**Tableau I. Produits vivriers congolais: Production et consommation en tonnes en 1986
(avec une population de 2 070 800 habitants dont 281 300 actifs agricoles (1))**

Produits vivriers	Surfaces utilisées utilisées en hectares (ha)			Rendement P/Ha		Production (P) en tonnes		Consommation (C) en tonnes		Degré d'auto suffisance	Importa. en tonnes	Exporta. en tonnes		
	Secteur Paysan	Secteur Etat	Total	Paysan	Etat	paysan	Etat	Milieu rural	Milieu urbain				Natio. nale	
														Etat
Manioc	92 771	513	93284	6,0	8,8	566625	4642	561167	416199	191426	606625	92	50 000	-
Banane plantain	16656	-	16656	4,0	-	66624	-	66624	29308	62124	62124	107	500	5 000
Pomme de terre	267	-	267	1,5	-	400	-	400	-	1640	1640	25	1 240	-
Autres tubercules	2 855	-	2 855	6,0	-	17131	-	17131	7327	8204	15531	110	400	-
Arachide coque	34 471	-	34471	0,700	-24	130	-	24130	-	-	-	-	-	-
Arachide graine	-	-	-	-	-	-	-	-	7816	8751	16567	98	400	-
Haricot	360	-	360	0,500	-	180	-	180	977	2188	3165	6	2985	-
Mais	11 557	612	12169	0,530	1,6	6125	965	7090	1954	2188	9090	78	2000	-
Paddy	885	145	1030	0,750	1,8	664	236	900	-	-	-	-	-	-
Riz	-	-	-	-	-	-	-	-	1465	13126	14 591	3	14 250	-
Fruits	2 930	228	2930	2,0	14	5860	3140	9000	-	-	14613	32	5717	104

Parmi les oléagineux locaux qui posent de nombreux problèmes de stockage se trouvent l'arachide et le safou (fruit du safoutier, *Dacryodes edulis*) auxquels s'ajoutent les graines de courge essentiellement auto-consommées. Lorsque la commercialisation ne se fait pas à temps, des pertes considérables de récolte surviennent. En effet, l'inexistence des traitements spécifiques des denrées avant ou après la récolte et des structures de stockage et de transformation adaptées en milieu rural, favorise la prolifération des insectes ou des champignons dans ces produits vivriers; ces derniers sont en général, conservés dans des sacs ou des paniers en attendant la commercialisation ou la consommation.

Pour minimiser ces pertes, des recherches orientées vers la conservation et la transformation des produits vivriers en sous-produits de bonne qualité commerciale et nutritionnelle sont en voie d'exécution.

II. UTILISATION DE QUELQUES PRODUITS VIVRIERS LOCAUX

A. Utilisation des céréales

Comme signalé ci-dessus, le maïs entre d'une part dans la fabrication de bières locales et d'autre part dans les aliments du bétail.

A.1.1. Fabrication de la pâte de maïs en vue de préparer la bouillie

Les grains de maïs secs sont trempés pendant trois jours dans l'eau puis égouttés et rincés à l'eau. Ils sont par la suite écrasés au moulin. La farine brute obtenue est déversée dans un panier artisanal placé dans un cuvette remplie d'eau. Au cours de cette opération, l'amidon passe dans l'eau, les résidus de maïs non écrasés dans le moulin restant retenu dans les mailles du panier sont jetés. Le filtrat est décanté, puis, l'eau surnageant est jetée. La pâte obtenue est mise dans un sac en toile pour égoutter on obtient à la fin une pâte ferme qui est utilisée dans la préparation de la bouillie de maïs.

A.1.2 Fabrication des boissons traditionnelles : boganda ou biyoki

La fabrication de la bière locale (boganda) se déroule en deux étapes:

Pendant la première étape, les grains de maïs sont trempés dans l'eau pendant deux jours. Ils sont ensuite étalés sur des feuilles, puis recouverts jusqu'à la germination. Les grains de maïs germés sont par la suite séchés puis pilés.

La deuxième étape consiste en la préparation de la farine de manioc en fougou. On porte à ébullition de l'eau contenue dans un demi tonneau. On y ajoute par la suite le fougou et le maïs pilé que l'on mélange; le tonneau est ensuite hermétiquement fermé pendant quatre jours environ pour permettre la fermentation du mélange.

On chauffe par la suite le tonneau auquel est adapté un tuyau en serpentin traversant de l'eau froide, l'alcool formé est recueilli dans un récipient.

Le procédé de fabrication de la bière locale (biyoki) est le même que celui du Boganda mais les paysans utilisent du vin d'ananas à la place de la farine de manioc.

Il faut signaler que les produits issus de toutes ces transformations n'ont pas été analysés pour en déterminer la qualité nutritionnelle et le degré alcoolique.

A.2. Fabrication d'aliment de bétail

La plus grande quantité de maïs produit au Congo est utilisée par les unités de fabrication d'aliments de bétail : (SOFAB).

Avant son utilisation, le maïs est stocké dans des silos à fond plat (où le stockage est temporaire) et à fond conique (où le maïs est mieux conservé). Les Charançons et l'humidité engendrant les moisissures sont responsables des pertes de maïs surtout dans les silos à fond plat. Dans la fabrication de l'aliment, le maïs est utilisé dans les proportions de 60 à 70 % dans l'aliment complet destiné à la volaille, 10 à 20 % dans l'aliment destiné aux poissons et 10 à 15 % dans l'aliment destiné aux moutons. Actuellement, aucune recherche sur la qualité nutritionnelle n'est menée dans ces unités de transformation.

B. Utilisation des oléagineux locaux

Le tableau II présente quelques modes d'utilisation des oléagineux produits au Congo. Les oléagineux locaux présentés n'apportent pas que des lipides dans l'alimentation humaine; ils sont aussi riches en protéines, en éléments minéraux, en fibres et en vitamines (SILOU et KIAKOUAMA, 1987). Leur consommation intensive peut réduire considérablement le déficit énergétique (des lipides) en protéines des populations congolaises. Les huiles issues de ces oléagineux sont riches en acides gras essentiels (FAO, 1970). Par conséquent, elles apportent aussi des vitamines liposolubles (vitamine E) en quantité suffisante.

Tableau II. Composition et utilisation des oléagineux locaux

Composition en pourcentage					
Présentation	Protides	Lipides	Glucides	Cendres	Exemples d'utilisation possible
Graines d'arachide					Alimentation humaine - pâte
sèches (2)	23,2	44,8	23	2,5	d'arachide utilisée dans la bouillie de sevrage
Lait d'arachide	1,05	0,7		1,1	lait d'arachide huile d'arachide Aliment de bétail
Graines de courge					Pâte de courge utilisée dans les préparations culinaires : sauce, bouillie de sevrage
<i>(Insudia Cucurbita</i> Pepo) sèches	30,9	47,2	12,8	3,4	
Lait de courge(a)	2,8	0,9	1,9	2,04	Farine de courge (a) Huile de courge (b) Aliment de bétail
Safou b pulpe sèche	10,2	48,5 (33-65)	36,7	4,6	alimentation humaine
Pulpe fraîche	2,7	12,9	8,7	1,2	aliment de bétail farine de safou

(a) : travail effectué au laboratoire des études et des recherches sur l'alimentation et la nutrition;

(b) : travail effectué au laboratoire d'études physico-chimiques.

(-) : F.A.O. 1970

B.1. Utilisation des graines de courge

Au Congo, les graines de quatre variétés de courge sont consommées; il s'agit des graines de Bibete (*Citrillus lunatus*), de Lengue (*Curcubita moschata*), de Nsudia (*Cucurbita PEPO*) et de Nsya (*Langeneria siceraria*). En général, dans l'alimentation traditionnelle, ces graines sont d'abord débarrassées de leur coque puis écrasées, la pâte obtenue est soit ajoutée à des préparations culinaires à base de poisson salé ou fumé, soit assaisonnée et cuite dans des feuilles.

Au niveau du laboratoire, des techniques concernant la fabrication de lait et de la farine de courge se font de la manière suivante :

- les graines de courge sont d'abord décortiquées, puis trempées dans l'eau pendant deux jours, elles sont ensuite broyées dans un mortier; de l'eau chaude est ajoutée au broyat qui est ensuite filtrée. Le filtrat obtenu constitue le lait de courge. Le lait ainsi obtenu est riche en protéines, lipides et éléments minéraux comparables à ceux du lait de vache.

L'extraction de l'huile de courge est aussi réalisée. L'huile extraite est de type lénoléique et contient en moyenne 68,5 % d'acide linoléique; c'est une huile comparable à celle des graines de tournesol.

B.2. Utilisation de la pulpe de safou

Le safoutier (*Dacryodes edulis*) est cultivé dans toutes les régions au Congo. Son fruit est de couleur rose au stade jeune, puis bleu-violet à maturité; il est largement consommé (parfois comme plat de résistance) en période de grande production (de janvier à mars); c'est un fruit très fragile qui ne peut pas être conservé plus de cinq jours après sa cueillette. S'il est placé au réfrigérateur, la couleur bleu-violet disparaît; par contre, s'il est conservé au congélateur, au moment de l'utilisation, la pulpe se ramollit et le goût est fade.

La conservation du safou frais reste donc impossible actuellement. Le seul moyen, de conservation de la pulpe de safou est le séchage solaire traditionnel en milieu rural (séchage par rayonnement solaire direct à l'air libre). Des études de conservation de la pulpe par séchage solaire amélioré (séchage par rayonnement solaire et celui réémis par une tôle physico-chimique (ANDZONO, 1988). Les pulpes séchées sont utilisées dans la consommation humaine; mais au niveau du laboratoire elles constituent la matière première dans la fabrication de l'huile de safou..

Pour remédier à des pertes considérables de safou frais, des projets de valorisation et de transformation de ce fruit sont en cours d'exécution. Cependant, aucune étude nutritionnelle de l'huile obtenue et de sous-produits formés n'est réalisée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANOYME (1987) : Les produits agro-alimentaires rapport du Conseil National de l'Agriculture 1987 p. 15-25.

F.A.O. (1970) : Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique.

SILOU T KIAKOUAMA S. (1987) : Le safou ou atanga : fruit à vocation régionale dans le golfe de Guinée-Muntu, revue du CICIBA, 1987, n° 6 p. 137.

ANDZONO F. (1988) : Quelques aspects de la conservation et de la transformation du safou (*Dacryodes edulis*). Mémoire de l'IDR.

3.5. LA CONSERVATION, LA TRANSFORMATION ET LES TECHNOLOGIES POST-RÉCOLTE DU MANIOC AU CONGO

Robert MIAKABA, Chef de Service
de l'Usine du Complexe Agro-Industriel
d'Etat de Mantsoumba Madingou-Congo

Résumé

Le manioc constitue l'aliment de base au Congo. Aussi le gouvernement de ce pays a lancé quelques projets de programmes de développement dans ce domaine précis.

Ce présent document retrace les différents procédés de conservation, de transformation et les technologies post-récolte existant au Congo en vue de lever les multiples goulots d'étranglement pesant sur le secteur de la redistribution et la commercialisation des denrées issues du manioc.

I. INTRODUCTION

Le Congo présente 69 % de sa superficie totale occupée par la forêt équatoriale, des températures moyennes comprises entre 23°C et 26°C une pluviométrie qui varie entre 1 200 et 2 000 mm, avec deux saisons de pluie bien marquées et assez régulièrement réparties sur toute l'année, entrecoupées de deux courtes saisons sèches dont la plus longue n'excède pas 4 à 5 mois dans l'année.

Il s'agit d'un ensemble de caractéristiques déterminant un biome marqué par une période végétative très longue, favorable sur le plan alimentaire à la culture des plantes à tubercules et à racines et aux bananiers notamment la banane plantain.

Il s'ensuit que la typologie alimentaire congolaise est à base de racines et tubercules du fait des conditions écologiques. Dans ce cadre le manioc occupe une place prépondérante dont la suprématie ne lui est contestée que par la banane plantain dans quelques régions forestières du pays, dans lesquelles le manioc reste malgré tout présent.

Les tableaux relatifs à la production et à la consommation de ces deux aliments établissent clairement cet état de chose (tableaux 1 et 2) : la manioc vient en tête suivi de très loin par le plantain.

Le manioc apparaît donc comme le principal aliment de base des Congolais. Toute stratégie visant à améliorer la situation alimentaire de la République Populaire du Congo sous ses aspects nutritionnel et économique doit nécessairement mettre le manioc au centre de ses préoccupations.

II. PROCÉDÉS DE CONSERVATION

Les caractéristiques des tubercules du manioc, notamment sa structure, sa haute teneur en eau, en font une denrée très périssable. Cela engendre de sérieux problèmes post-récolte. Pour les surmonter, il existe au Congo, quelques techniques de conservation qui tiennent compte aussi bien de la nature que du type de produits (tubercules ou feuilles).

II.1. Conservation du manioc-tubercule

Les procédés de conservation des tubercules de manioc varient selon que le stockage s'opère au champ ou près des postes de transformation.

II.1.1. Conservation des tubercules frais

Au champ :

Dans les petites exploitations agricoles, les tubercules de manioc de diverses variétés (amères ou douces) sont maintenus dans le sol pendant au moins un an à partir de l'âge de la récolte.

Les tubercules sains ou débarrassés des parties endommagées sont conservés en tas sur des branches d'arbres ou des feuilles de palmier et sont de ce fait, recouverts des feuilles des plantes disponibles.

Dans les grandes exploitations étatiques (ferme de Mantsoumba, ferme de MBE, etc.) ils sont par contre stockés en vrac et laissés à l'air libre.

La durée de conservation du manioc amer dans les secteurs de production n'excède pas 48 heures. Celle du manioc doux peut atteindre quatre à cinq jours aussi bien à l'air libre que sous ombrage.

Au village et dans les centres urbains :

Les tubercules non "décolletés" sont conservés en vrac après avoir subi un traitement thermique aux deux bouts. La durée de conservation n'excède pas une semaine.

II.2.1. Conservation des tubercules transformés

Par voie sèche (séchage ou dessiccation)

Sous forme de cossettes sèches :

Les tubercules frais épluchés rouis ou non, coupés en morceaux (deux ou quatre généralement) dans le sens de la longueur sont séchés au soleil sur des claies. On obtient ainsi des cossettes qui sont conservées dans des sacs en jute ou dans les paniers.

La conservation dans ces conditions peut durer 4 à 5 mois

Sous forme de farine de manioc ou fofou :

Les cossettes ainsi obtenues sont moulues et défibrées. On obtient une farine de manioc qui se conserve 8 à 10 mois à l'abri de l'humidité.

Par voie humide

Les racines fraîches pêlées ou non, sont mises à rouir pendant 2 à 4 jours selon les régions et les habitudes alimentaires. La pulpe rouie est ensuite défibrée, égouttée et mise en sacs ou dans des paniers. La durée de conservation est très longue et avoisine facilement un mois.

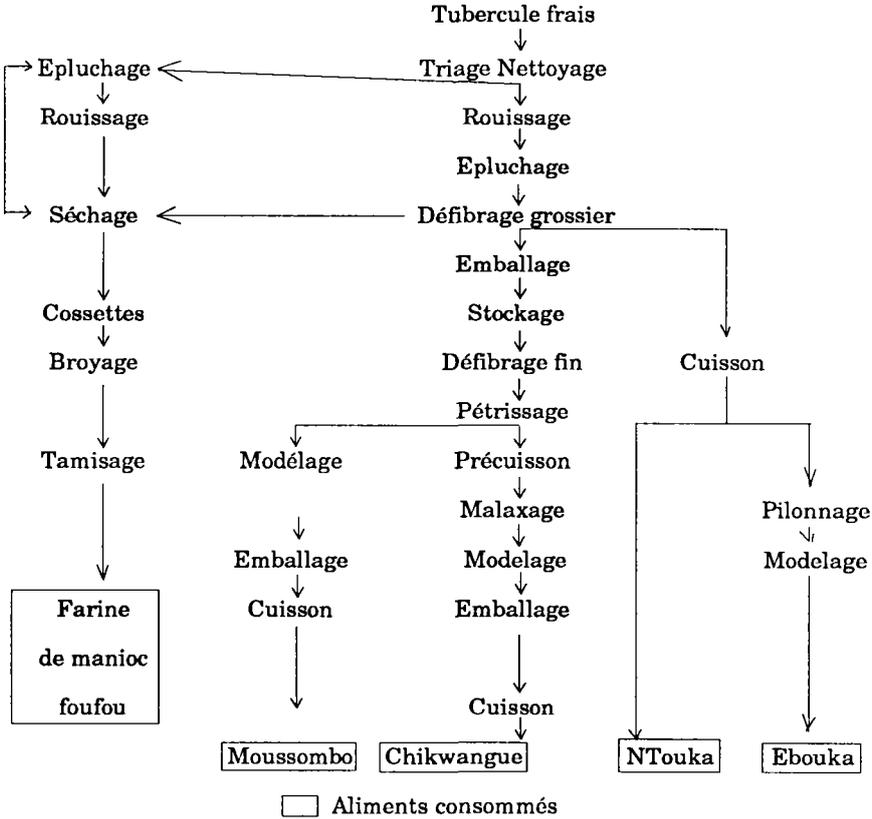
Fumage :

Les cossettes séchées ou partiellement séchées au soleil obtenues aussi bien par voie sèche que par voie humide sont soumises au fumage pour donner des cossettes séchées ou fumées. La conservation peut durer plusieurs semaines.

III. TECHNOLOGIE DE TRANSFORMATION

III.1. Technologie traditionnelle

Depuis bien des décennies, le paysan congolais a mis au point des techniques de transformation de manioc amer pour répondre aux besoins et exigences alimentaires de la population. Celles-ci sont illustrées par le schéma ci-après : ILOKI et al, 1988).



Il est toutefois nécessaire de rappeler que nous nous sommes limités à présenter les technologies traditionnelles autochtones excluant celles importées notamment celle du garie suffisamment maîtrisée dans la région de la Bouenza.

III.2. Transformation industrielle

Elle est effectuée par l'usine de Mantsoumba, installée dans la région de Bouenza et intégrée à une ferme exploitant 1 600 ha en régie. Cette usine a été construite en 1975 et réhabilitée entre octobre 1980 et juillet 1981.

Cette période nécessaire à l'approvisionnement et au montage du matériel a été mise à profit pour mettre en œuvre la collaboration entre les techniciens congolais et les techniciens français. Cette collaboration s'est concrétisée par la production du "foufou" par une technique semi-industrielle, c'est-à-dire une mécanisation réduite : certaines phases du processus restaient manuelles, tel le lavage des racines. Enfin, le séchage en plein air était remplacé par le séchage à l'abri sous tentes solaires (serres).

Pendant cette période, le transfert réciproque de technologie et méthodologie s'effectue entre les Experts Bertin et les techniciens congolais en particulier pour juger des meilleurs moyens d'atteindre la qualité recherchée du produit fini et du degré de mécanisation souhaitée.

Puis la ligne mécanisée de production de farine a été mise en route en août 1981. Elle comprend alors : poste de pesage de tubercules sur pont bascule, remise de réception, élévateur à godets, laveuse mécanique, poste de tri et de coupe, poste dépluchage mécanique, poste de pesage de la pulpe sur pont bascule, bassins de rouissage, pressage mécanique en continu, séchage électrique en four rotatif, minoterie, ensachage.

Une partie des transferts et des approvisionnements des machines est manuelle de manière à conserver une part active du personnel de conduite de l'usine et à permettre le contrôle du produit en cours de traitement (vérification du lavage, de l'épierrage, de l'élimination des tubercules défectueux, du rouissage et de la qualité du séchage).

L'expérience acquise a permis de démontrer la capacité technique de la ligne de transformation à produire de façon industrielle une farine de bonne qualité, aux caractéristiques comparables à celles de la farine traditionnelle. Les productions annuelles de l'usine de 1981 à 1988 sont contenues dans le tableau n° 3 en annexe.

IV. RÔLE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE DANS L'AMÉLIORATION DES FILÈRES DU MANIOC AU CONGO

La recherche scientifique et technologique dans le cas des filières du manioc pourrait s'orienter dans trois directions principales :

- aider les décideurs à opérer les meilleurs choix technologiques dans ce domaine;
- porter un appui scientifique et technologique aux projets et programmes de développement lancés dans ce domaine par le gouvernement, les opérateurs économiques isolés ou regroupés;
- ouvrir des nouvelles pistes de recherches pour améliorer les procédés traditionnels existants ou pour inventer de nouveaux procédés technologiques.

Toutefois, avant de se lancer dans des inventions ou des innovations, il serait judicieux de connaître de façon très exhaustive tous les procédés traditionnels existants ou ayant existé sur le territoire national.

Il faut en tester l'efficacité, les formaliser et en établir les bases scientifiques. Ce qui à notre avis n'est pas tout à fait le cas au stade actuel du développement de la recherche congolaise. Ainsi les divers programmes de recherche dans ce domaine pourraient viser comme principaux objectifs, pour améliorer les filières du manioc de :

- diversifier les produits élaborés dérivés du manioc,
- améliorer les qualités nutritionnelles, organoleptiques et hygiéniques des produits élaborés,
- améliorer les capacités de conservation, de stockage et de commodité d'usage des produits bruts et des produits finis,
- alléger le travail des fabricants des produits élaborés par la diminution de la pénibilité de l'effort physique,
- réhausser le prestige que ces produits ont tendance à perdre sur le plan national.

Et c'est dans ce sens que tentent de s'orienter, aussi bien les programmes de recherche en cours que les divers projets formulés par les diverses institutions et qui n'ont pas toujours trouvé les financements incitatifs.

Tableau I : Évolution de la production végétale (culture vivrière) source CNA (Conseil National de l'Agriculture)

Produits annexes (en tonnes)	1980	1981	1985	1986
Manioc	628 400	660 000	538 123	556 625
Banane plantain	55 560	57 526	66 151	66 624
Pomme de terre	1 744	1 816	300	400
Autres tubercules	6 435	6 880	16 513	17 131
Mais	2 387	10 560	8 500	7 090
Paddy	2 726	2 840	800	900
Arachide (grain)	13 863	14 404	15 907	15 685
Haricot sec	1 297	1 350	200	180
Fruits	38 175	41 688	9 100	9 000

Tableau II : Typologie alimentaire – source CNA

Produits	Milieu urbain		Milieu rural		Consommation nationale	
	Con/pers. an en kg	Cons. Tot an en kg	Cons. Tot an en kg	Cons./ens rural/an	en tonnes	%
Manioc	175	191426	425	425199	606 625	84
Banane	30	32 816	30	29 308 62	124	8,6
Plantain						
Pomme de terre	2	1 641	-	-	1 641	0,2
Autres tubercules	7,5	8 204	7,5	7 327	15 531	2,0
Maïs	2	2 188	2	1 954	4 142	0,5
Riz	12	13 126	1,5	1 465	14 591	2,0
Arachide grain	8	8 751	8	7 816	16 557	2,3
Haricot	2	2 188	1	977	3 165	0,0
Total	260,8	260 340	475	467 046	724 386	100

Tableau III : L'usine de Mantsoumba en chiffres (productions moyennes mensuelles depuis l'origine)

Tonnage moyen mensuel		
Année	Tubercules frais (tonnes/mois)	Foufou
1981	150	25
1982	343	74
1983	462	89
1984	442	87
1985	428	98
1986	581	112
1987	680	135
1988	764	156

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MASSAMBA J. : Nutritionniste, Faculté des Sciences - Brazzaville (Communication personnelle 1988 Douala).

ILOKII. : S1 boukoulou P., Massamba J. et Miakaba R. (1988- La conservation, la transformation et les technologies post-récolte du manioc au Congo).

MIAKABA R. : Communication personnelle 1989.

3.6. TRAITEMENTS TECHNOLOGIQUES DES TUBERCULES DE MANIOC AU CONGO

Antoine MATONDO
Université Marien NGOUABI
BP 300 Brazzaville (Congo)

Résumé

Les études sur les traitements technologiques traditionnels des tubercules de manioc, en usage en Afrique, ont été effectuées, mais elles sont très peu nombreuses au Congo.

Notre travail a été réalisé sur les modes de préparation du manioc qui est l'aliment de base sinon le plus important dans l'alimentation de la population congolaise.

Les préparations des tubercules de manioc sont nombreuses et variées au Congo. Les plus complètes ont pour but de supprimer son amertume et sa toxicité par l'élimination de l'acide cyanhydrique. Bien que d'une manière empirique. Les populations ont pu déceler à temps l'existence d'une substance toxique. Elles ont mis en place des techniques particulières de l'élimination de l'amertume et de la toxicité présentées par certaines variétés de manioc amer. Elles mettent en oeuvre le triage. L'épluchage et le rejet de l'écorce. L'immersion prolongée dans l'eau pour dissoudre les manihotoxosides. Le broyage-pétrissage pour favoriser leur contact avec les enzymes hydrolysantes. L'exposition à l'air. Le séchage ou la cuisson pour chasser l'acide cyanhydrique volatil. Mais elles visent également à rendre agréable la consommation du manioc et permettre l'amélioration de sa digestibilité.

L'ensemble des technologies particulières de ces produits présente plus ou moins l'aptitude à être adaptée à des processus semi-industriels ou industriels (cas de la fabrication de la chikwangué à Agri-congo, de "fufu" à Mantsoumba).

I. INTRODUCTION

Le manioc est le principal aliment de base pour la majorité de la population congolaise. Le Congo en a produit 400.000 tonnes en 1987 (CNA). On note une consommation moyenne de 500g par jour et par personne.

Les préparations du manioc sont nombreuses et variées selon les formes d'utilisation (fig. 1). Les formes les plus fréquemment rencontrées au Congo sont le "futu", la chikwangué, le mossombo, le mougouele, le ntuka, le mayakamankatu.

Au cours de cet exposé, nous nous proposons d'aborder les problèmes des traitements technologiques des tubercules de manioc débouchant à chacune des formes citées ci-dessus.

II. TRAITEMENT ARTISANAL DU MANIOC PAR VOIE HUMIDE

II.1. Triage

Il consiste à isoler, pendant la récolte ou la réception, les tubercules avariés, moisissus ou défectueux. Il est généralement suivi du nettoyage dont le but est de débarasser les tubercules des mottes de terre et d'autres débris.

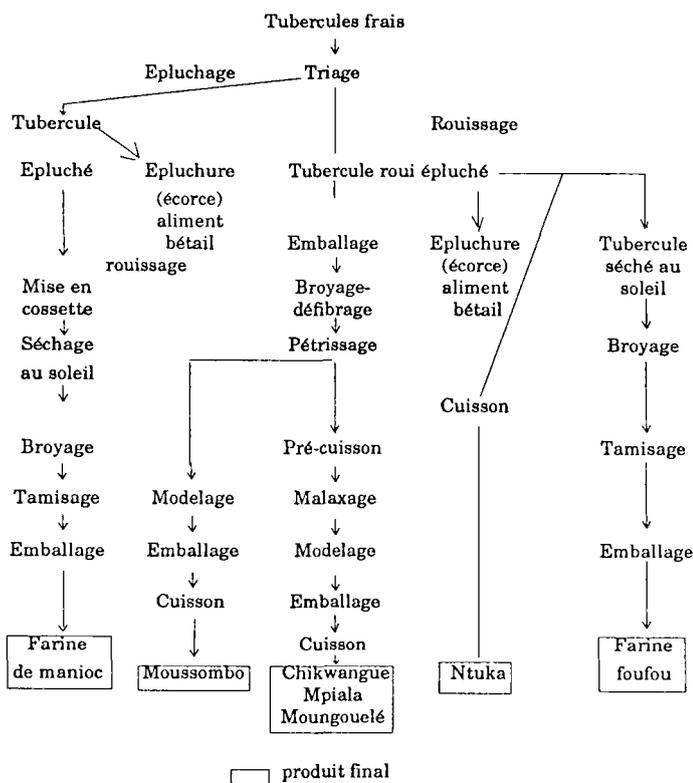


Fig. 1 : Différentes techniques et étapes de traitement artisanal du manioc

II.2 Epluchage

But : L'épluchage consiste à ôter l'écorce des tubercules rouis et non rouis.

Les tubercules de manioc possèdent deux enveloppes. L'une, l'écorce externe, rouge, rougeâtre, brune, fine de nature subéreuse, se détache facilement. L'autre, appelé écorce interne, de couleur blanchâtre de 1 à 2 mm d'épaisseur, nécessite l'emploi d'une machette, d'une houe ou d'un couteau pour être enlevée. Le rejet de l'écorce est bénéfique sur le plan toxicité puisque sa concentration en glucosides cyanogénétiques peut être 2,6 fois plus élevée que celle de la partie centrale (manioc amer) et jusqu'à 10 fois plus élevée dans le manioc doux; (de Bruijn, 1971; FAVIER, 1971).

II.3. Rouissage

But : le rouissage permet d'éliminer la toxicité et de ramollir les tubercules afin d'en faciliter le défibrage et le broyage.

Les tubercules entiers ou épluchés sont mis à fermenter dans l'eau des étangs, des tonneaux ou d'autres récipients pendant trois à six jours suivant les saisons ou le semi-produit désiré. Il se produit une fermentation avec trouble de l'eau, léger dégagement gazeux et développement d'une forte odeur butyrique. ADRIAENS et HESTERMANS-MEDARD (1954) (cités par FAVIER, 1977) ont montré que cette opération réduit la teneur en acide cyanhydrique.

II.4. Broyage - Défibrage

But : cette opération permet d'abord de réduire le manioc en pâte et ensuite d'extraire des fibres centrales.

Les tubercules rous de manioc sont ensuite broyés à la main pour obtenir une pâte grossière. Cette pâte est placée dans des paniers en lianes, au fond et sur les parois desquels sont disposées des feuilles de bananier ou d'autres feuilles appropriées de forêt. La pratique actuelle consiste à les emballer dans des sacs en jute. Ceux-ci se sont révélés plus commodes.

Au cours de cette opération on extrait les fibres centrales. Il est aussi suivi de l'élimination des fragments de tubercules restés durs malgré le rouissage ou devenus noirs. Ceci se fait pour lavage des tubercules ainsi défibrés dans plusieurs quantités d'eaux.

Les fibres sont soit abandonnées au lieu de rouissage, soit récupérées. Séchées, elles sont utilisées dans la fabrication traditionnelle d'alcool à base de maïs, la quantité de ces déchets, et par conséquent le rendement du broyage, dépendent de l'importance des parties ligneuses et de l'âge des tubercules.

Les paniers ou les sacs contenant le manioc défibré grossièrement sont déposés en un endroit surlevé afin de favoriser l'égouttage; l'opération d'une durée de deux à trois jours, est une étape obligatoire compte tenu de l'humidité résiduelle du manioc.

Les tubercules rous, broyés et égouttés sont ensuite soumis à un défibrage fin. A ce niveau deux techniques sont utilisées :

Première technique :

La première technique est la plus ancienne des deux. La ménagère utilise un pétrin. Le manioc est d'abord étalé sur un pétrin, une planche à pétrir de 1 m de long sur 0,5 m de large et 0,20 m de profondeur, accompagné d'un roule, morceau de bois cylindrique de 0,5 à 1 kg environ. Il est ensuite réduit en de très petits fragments par une technique qui consiste à les frotter entre les deux mains, en les laissant tomber en pluie sur le pétrin.

A l'aide d'un couteau en dents de scie, l'opératrice assise devant la planche à pétrir dans laquelle on a déposé le manioc roui, fait plusieurs balayages des fragments obtenus dans le sens de la longueur, d'un bout à l'autre ou à mi-chemin du pétrin. A la fin de chaque course ou après quelques courses, les fibres qui s'y accrochent sont débarrassées en faisant passer le couteau entre le pouce et l'index de la main opposée. L'opération se poursuit jusqu'à ce que le couteau ne retienne apparemment plus rien. C'est une opération fastidieuse mais très importante du fait de son impact sur la qualité de produit final.

Si les opératrices des régions du sud du Congo restent assises devant le pétrin, les femmes du nord-Congo, bien qu'elles utilisent les mêmes procédés de préparation, restent debout devant la planche à pétrir placée sur un endroit surlevé en bois.

Deuxième technique :

Elle est une innovation dans le processus de défibrage.

Une quantité d'eau assez importante est versée dans un récipient de travail (cuvette, grosse marmite, etc) à l'intérieur duquel est plongé au 3/4 un tamis dans lequel on met au fur et à mesure en le malaxant, le manioc roui à traiter.

La solution colloïdale qui en résulte se sédimente progressivement au fond du récipient pendant que les fibres retenues sont éliminées. Elles peuvent être utilisées comme ferments dans la fabrication traditionnelle d'alcool tout comme elles peuvent constituer des déchets pour l'alimentation de la volaille. on laisse reposer la solution obtenue pendant 30-40 minutes. Le liquide clarifié est jeté tandis que le décantat (pâte) est versé dans des sacs en jute puis essoré. L'essorage s'effectue par une forte torsion manuelle des sacs par l'une ou par les deux extrémités. Les sacs sont ensuite fermés et stockés dans les mêmes conditions et pour les mêmes raisons évoquées au paragraphe sur le broyage-défibrage.

Avant l'apparition des sacs en jute, le décantat était mis dans des paniers de fabrication artisanale dont les parois étaient revêtues de feuilles appropriées. (Anonyme, 1985; MATONDO, 1987).

II.5. Pétrissage

La pâte est étalée sur le pétrin et réduite en petits fragments. Elle est ensuite ramassée en boule et ramenée au bout du pétrin et le plus près de la ménagère. Pour des raisons de commodité du travail, le pétrin est maintenu légèrement incliné, le bout le plus bas s'appuyant sur un support fixe (tronc d'arbre). A l'aide d'un rouleau de bois (roule), la pâte est aplatie par des mouvements saccadés de va et vient du bout surélevé vers le bout le plus bas où elle finira par s'accumuler entièrement. Celle-ci est soulevée à pleine main, puis plaquée plus ou moins violemment sur le bout de départ en ayant pris la précaution de récupérer par raclage la pâte restée le long du pétrin et l'opération est recommencée.

En principe après trois à quatre tours, on aboutit à une parfaite homogénéisation de la pâte. La pâte ainsi homogénéisée ne peut être stockée plus de 48 heures que si elle sert à la préparation de moussombo, dans le cas contraire, elle est directement soumise aux autres étapes de traitement qui aboutissent à la chikwangue (moungouele) fabriquée, mpiala, etc). (Anonyme, 1968; Anonyme, 1985).

II.6. Pré-cuisson

La pâte est mise dans une grosse marmite ou tout autre récipient au fond duquel on a précédemment déposé un dispositif fait de lianes, des feuilles de palmier entrecroisées. Sur celui-ci sont étalées les feuilles de bananier pour recevoir la pâte. Les parois du récipient sont également revêtues de ces mêmes feuilles.

Dans la partie sud du Congo, l'utilisation des sacs en jute (ngiri) est beaucoup plus à la mode que celle des feuilles. La pâte, après avoir été bien couverte, est cuite à l'étuve pendant 30 à 45 minutes. (Anonyme, 1979).

Le dispositif susmentionné permet de tenir la pâte à une certaine distance (1 à 2 cm) de l'eau durant la cuisson, sans quoi celle-ci se transforme en bouillie, ce qui serait très préjudiciable pour la suite du processus. En effet une telle pâte ne serait plus techniquement bonne. Une masse semi-cuite est obtenue à la fin de la cuisson pour être soumise au malaxage.

II.7. Malaxage

Le malaxage vigoureux à l'aide des deux mains qui s'en suit, a pour but l'obtention d'une pâte assez consistante, homogène et plus ou moins élastique, se détachant facilement des doigts.

Il se fait exclusivement à la main. La masse semi-cuite est dépeignée et ensuite déposée sur le pétrin. Elle est appelée ainsi, car seule la couche superficielle d'une épaisseur très variable (2 à 3 cm) est cuite, au point où certaines familles paysannes l'utilisent dans l'alimentation des nourrissons.

La partie centrale de couleur blanchâtre non cuite est finement écrasée puis jetée en pluie sur la couche cuite préalablement étalée sur le pétrin.

Un malaxage bien conduit s'obtient lorsque la pâte est encore chaude car elle est ainsi facile à travailler et l'on évite alors la formation des grumeaux de fécule. A la fin de l'opération la pâte se ramasse en une grosse boule.

II.8. Modelage - Emballage

La pâte de manioc rouie est modelée. Le processus de modelage est conduit de la même manière tant pour le moussombo que la chikwangué. Il consiste en particulier à prélever une portion de pâte et à lui donner la forme que l'on veut en la roulant sur le pétrin. Le modelage, à l'instar du malaxage doit se faire de préférence lorsque la pâte est chaude ou tiède pour des raisons déjà évoquées. La pâte peut ainsi être façonnée en chikwangué ou en bâtons de 20 à 24 cm de long et de 6-10 cm de diamètre selon leur destination.

La pâte de manioc ainsi modelée est enveloppée dans des feuilles appropriées. Lorsque l'on utilise les feuilles de bananiers, elles doivent être flambées au préalable pour les rendre malléable. Les formes de pâte ainsi enveloppées sont ficelées à l'aide de joncs.

II.9. Cuisson

Les formes de pâte modelées sont alors disposées dans une marmite ou un morceau de fût tapissé intérieurement de feuilles de bananier et cuite soit à l'étuve ou dans l'eau, pendant une ou deux heures.

III. TRAITEMENT ARTISANAL DU MANIOC PAR VOIE SÈCHE

III.1. Séchage au soleil

Le séchage du manioc au soleil est une pratique courante dans les neuf régions congolaises. Le procédé est extrêmement rudimentaire. Les tubercules rouis sont mis en cossettes ou transformés en boulettes, cependant l'obligation du rouissage n'est pas pratiquée sur l'ensemble du pays à l'inverse de l'épluchage. Ces cossettes sont ensuite étalées sur des nattes ou des tôles déposées à même le sol ou sur des claies d'un mètre ou d'un mètre et demi de haut jusqu'à ce qu'elles soient sèches.

Le séchage peut durer une à deux semaines. Cette durée dépend des conditions climatiques.

Après dessiccation, les cossettes ou agglomérats sont conservées dans un endroit sec et aéré pour éviter le développement des moisissures qui donneraient une couleur grise au "fufu".

III.2. Broyage - tamisage

Après le séchage, les boulettes ou cossettes sont écrasées au mortier de bois à l'aide d'un pilon pour être réduites en farine.

Les produits de la mouture sont ensuite tamisés. Les fragments de cossettes retenus par le tamis sont réintroduits dans le mortier. Le processus broyage /tamisage se poursuit jusqu'à la récupération totale de la farine. Les fibres qui en résultent sont utilisées dans l'alimentation de la volaille.

III.3. Emballage

La farine obtenue est conservée dans des marmites ou dans des cuvettes. Les quantités importantes sont généralement ensachées.

IV. TAUX DE TRANSFORMATION UNITAIRE DU MANIOC

Une étude menée par SAEC-OCV en janvier 1984 a donné les résultats qui se résument par la figure n°2.

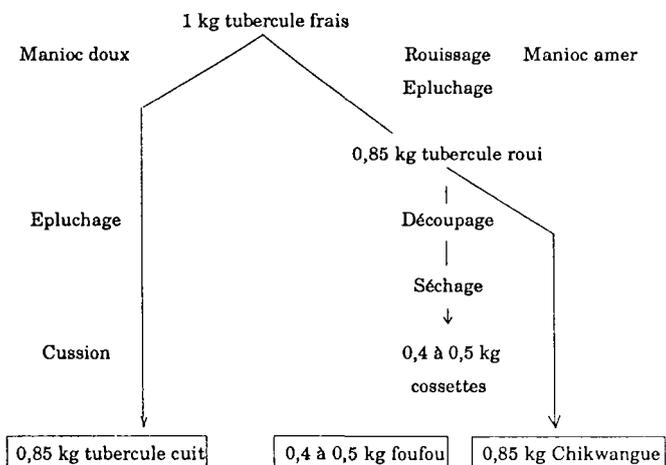


Fig. 2 : Taux de transformation unitaire du manioc

V. DISCUSSION

Cette étude nous a permis de décrire les différentes étapes des transformations technologiques traditionnelles, en usage au Congo. Ces traitements visent un ou plusieurs buts :

- éliminer les substances toxiques ou antinutritives;
- amener les produits sous une forme consommable la plus plaisante possible;
- améliorer leur digestibilité;
- permettre leur stockage et leur commercialisation.

Les opérations ci-dessus décrites sont des phases obligatoires pour donner la forme au produit final et le rendre consommable.

La farine de manioc est consommée sous forme de pâte appelée luku. Pour la préparer, on jette simplement la farine dans l'eau bouillante et on agite à l'aide d'un bâton pendant quelques minutes jusqu'à consistance voulue. Selon les proportions relatives d'eau et de farine, on obtient la pâte. (JACQUOT et NATAF, 1936; Anonyme, 1982; Anonyme, 1987 et MATONDO, 1987).

La pâte est généralement consommée aux principaux repas, accompagnée de sauce à la viande, poissons, haricot, etc.

D'une manière plus générale, bien qu'il existe au Congo des recettes de préparation du manioc qu'il convient de préférer aux autres, telle que la simple cuisson à l'eau du manioc dit doux ou le rouissage de la racine entière puis sa transformation en chikwangué ou manioc roui séché au soleil (fufu). Il est souhaitable que le processus de transformation de cet aliment énergétique, très prisé au Congo, soit adapté à l'évolution de la mentalité car les campagnes se dépeuplent et les nouvelles générations démissionnent devant ce travail fastidieux.

Malgré l'uniformité dans la préparation au Congo, la forme du produit final du manioc diffère selon les régions. Dans le sud du pays, plus généralement au Pool, la chikwangué est plus grosse; son poids varie entre 1 000 g et 2 000 g et coûte 400 à 600 F. Dans la partie nord du Congo, on a le moungouele. Il est plus petit que la chikwangué et son poids varie de 250 à 500 g. Les originaires du Pool l'ont surnommé "la tête de singe" à cause de sa taille et de son poids réduit.

Toujours dans le nord du pays, on a le moussombo, effilé et plus long. Il présente une particularité, celle de ne pas être bien cuit à l'intérieur.

Enfin on le ntuka qui n'est pas très répandu car il est consommé par une minorité de la population du nord.

Quant au manioc sec, les techniques de traitement et de préparation sont les mêmes partout au Congo.

VI. CONCLUSION

Au cours de cette étude, nous avons essayé de décrire les différentes phases des transformations technologiques traditionnelles du manioc, aliment de base, en usage au Congo.

Nous avons remarqué que la technologie du manioc demande des opérations fastidieuses pour obtenir un produit digestible.

Nous avons montré que l'épluchage du manioc rend la consommation plus agréable. Le rouissage est indispensable à l'élimination des glucosides cyanogénétiques. Le broyage, quel que soit le procédé, provoque toujours des pertes de matière brute. Il en est de même des opérations, telles que le pétrissage, la pré-cuisson et le malaxage.

La cuisson, nécessaire à l'acceptabilité des produits, entraîne des destructions d'acides autres éléments. Les préparations les plus préjudiciables à la conservation des principes nutritifs des dérivés dépouillés de la plus grande partie de leurs nutriments solubles par des longs trempages et lavages à l'eau éliminent une partie importante des principes énergétiques.

Le manioc tel qu'il est décrit est vendu sous plusieurs formes, selon les régions géographiques. Son prix variant en fonction de la taille, du lieu de production et de vente.

Ainsi, le moungouele, originaire du nord du Congo, de forme plus ou moins ronde est moins volumineux. Il en faudrait plusieurs pour une famille nombreuse. La chikwangué ou ngudi yaka, originaire du sud est apprécié du fait qu'un seul ngudi yaka suffit à toute la famille. Le "fabriqué" produit à forme plus réduite et plus allongée.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADRIANES, E.L. et HERSTERMANS-MEDARD, O. (1954) : Remarque à propos de la composition chimique du manioc roui, non roui ou roui à l'eau, Bull. Agri. du Congo Belge, 14 (1° : 1-26.
- ANONYME (1968) : Les propriétés peu connues du manioc, tubercules des tropiques sous sa forme la plus élaborée, le tapioca. Supplément aux cahiers de nutr. direct. 3 (2) 29 p.
- ANONYME - (1979) : Rapport de stage de développement des étudiants de 4ème année IDR, 60 p.
- ANONYME - (1982-1986) : Esquisse du Plan de développement pour l'agriculture et l'élevage. Plan quinquenal 1982/1986 (MAR et M.P.), 200 p.
- ANONYME - (1984) : Les principales filières vivrières en république Populaire du Congo - Analyse et voie d'amélioration 100 p.
- ANONYME - (1985) : Rapport final du colloque du Conseil national de l'Agriculture, Tome I, 200 p.
- DE BRUIJN, G.H. (1971) : Etude cyanogénétique du manioc; Meded. landb., Wageningen, 71-73.
- FAVIER J.C. (1977) : Valeur alimentaire de deux aliments de base africain : le manioc et le sorgho, 122 p.
- JACQUOT R.; NATAF B. (1936) : Le manioc et son utilisation alimentaire, HERMAN et Cie éd. Paris.
- MATONDO A. (1987) : Phytotechnie spéciale; I. Cultures vivrières - notes de cours - polycop. 4ème année IDR, 138 p.

3.7. ÉVOLUTION DE QUELQUES CONSTITUANTS DU MANIOC AU COURS DE LA PRÉPARATION DE L'ATTIÉKÉ

ABOUA F., KOSSA A., KONAN K., MOSSO K., ANGBO S., KAMENAN A.
Centre Ivoirien de recherches Technologiques
08 BP 881 Abidjan 08

Résumé

L'évolution du pH, de lateneur en acides lactique et acétique, éthanol, amidon, sucres et vitamine C est analysé au cours de la transformation traditionnelle du manioc en "attiéké". Le pH du manioc frais (6,1) décroît et atteint 4,7 le 3ème jour de la fermentation. Celui de l'attiéké est de 5,0. La teneur en acide lactique varie de 0,72 (manioc frais) à 3,6 % (attiéké frai) et celle de l'acide acétique de 0,48 à 2,40 %. Le taux de l'éthanol est faible et croît de 0,86 ml/kg à 1,61 ml/kg pendant les 3 jours de fabrication. La teneur en amidon de la pulpe de manioc varie de 41,1 à 33,9 %. Celle des sucres réducteurs de 0,05 % à 0,08 % tandis que le taux des sucres totaux réducteur de l'attiéké est 0,05 et 0,02 % respectivement. La teneur en vitamine C de la pulpe fraîche (69 mg/100 g) ne représente que 1 mg/100g pour l'attiéké.

I. INTRODUCTION

Produit à partir du manioc fermenté, l'attiéké est un aliment de base des populations du Sud de la Côte d'Ivoire. Il connaît actuellement une grande diffusion dans tout le pays. La consommation serait de l'ordre de 28 000 à 34 000 tonnes par an, soit l'équivalent de 40 000 à 50 000 tonnes de manioc frais. Ces données justifient l'importance de l'attiéké dans la mérite que l'on s'intéresse au mécanisme chimique de sa préparation.

L'attiéké, semoule de manioc cuite à la vapeur d'eau, étant un produit fermenté, les microorganismes responsables de cette fermentation élèvent son acidité. Pour expliquer cette diminution du pH dans le cas du gari, produit également fermenté de manioc grillé dans une poêle en fer ou en terrine, COLLARD et LEVI (1959) ont montré que l'un des microorganismes intervenant dans cette fermentation (*Corynebacterium*) hydrolyse l'amidon libre de la pulpe et produit de l'acide lactique, l'autre (*Geotricum candida*) se développe en produisant des aldéhydes et cétones, pendant que le glucoside cyanogénétique est hydrolysé. ABE et LINDSAY (1978) après avoir observé que COLLARD et LEVI (1959) avaient choisi des milieux de sélection inappropriés ont démontré qu'en fait ce sont les bactéries lactiques (*Streptococcus faecium*) qui hydrolysent l'amidon et produisent des sucres des acides lactique et acétique; *Geotricum candida* (levure) et *Corynebactérium manihot* (bactérie) sont présents mais ne produisent que peu ou pas d'acide lactique (MUCHNIL et VINCK, 1984).

A partir de l'exemple du gari nous avons pensé que l'acidité pouvait être un bon indicateur de l'intensité de la fermentation au cours de la fabrication de l'attiéké. Nous avons donc suivi le pH, l'acide lactique et l'acide acétique au cours de la fermentation en suivant la technique utilisée par ABE et LINDSAY (1978). Nous avons aussi déterminé les teneurs en éthanol, sucres et amidon.

Enfin le manioc contient des quantités notables de vitamines C qui sont en partie détruites par la cuisson; cependant il reste des quantités suffisantes dans le produit fini pour constituer la source essentielle en acide ascorbique des rations alimentaires, ainsi que l'ont montré les enquêtes nutritionnelles au Cameroun (PELE et BERRE, 1966). Aussi avons-nous analysé l'évolution de la teneur en vitamine C pendant la préparation de l'attiéké.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel

La préparation traditionnelle de l'attiéké a été déjà décrite par plusieurs auteurs (ESSOH, 1980; TRAORE et BLIZOUA, 1981; LELLIUCHE, 1982; MUCHNIK, 1982; ZAOLI, 1982; MUCHNIK et VINCK 1984; ABOUA, 1988): Elle consiste à éplucher le manioc, à le broyer avec le levain (manioc préalablement fermenté appelé magna) et à le laisser fermenter pendant deux à trois jours. La pâte fermentée est pressée, semoulée puis tamisée. La semoule est séchée au soleil et cuite à la vapeur.

Méthodes

La teneur en eau est obtenue par dessiccation de 10 g d'échantillon à 130°C pendant 3 heures.

Pour mesurer le pH, 10 g d'échantillon sont dilués et homogénéisés dans 20 ml d'eau distillée et le pH est déterminé avec un pH-mètre Crison.

L'acidité titrable est déterminé par la méthode décrite par OLAUNJI.

L'éthanol est déterminé en distillant l'échantillon (500 ml) et le distillat obtenu est porté à 1000 ml avec de l'eau distillée et dilué si cela est nécessaire.

On prépare une gamme-étalon que l'on injecte en même temps que l'échantillon à tester au chromatographe.

Les conditions d'analyse sont les suivantes :

1. Circuits gazeux

- gaz vecteur, azote à 1,25 bar
- gaz accessoire; mélange air (4,1 bars) et hydrogène (1 bar).

2. Colonne métallique en acier

- longueur 2 mètres
- température de la colonne : 120°C
- température de l'injecteur : 150°C
- température du détecteur : 150°C

3. Quantité de distillat injectée 0,3 l pour chaque échantillon

Dosage de la vitamine C

La vitamine C est déterminée selon la méthode d'AOAC (1975) en présence du 2-6 dichlorophénol.

Dosage de l'amidon et des sucres

L'amidon est donné par la méthode polarimétrique d'EWERS (1975) en utilisant le polarimètre Laurent. Les coefficients rotatoires spécifiques utilisés sont ceux déterminés au laboratoire (MBOME LAPE et al, 1982).

Les teneurs en sucres sont déterminées par la méthode de BERTRAND pour le glucose et par la méthode de FEHLING pour le saccharose (FOUILLOUZE, 1951).

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau 1 montre la variation du pH pendant la préparation de l'attiéké. Le pH du manioc frais est peu acide (6,1), pendant la fermentation de la pulpe de manioc, il devient très acide et atteint 4,7 le 3ème jour. Le pH de l'attiéké humide est de 5,0. L'augmentation de l'acidité pendant la fermentation est liée à l'action des bactéries lactiques, (*Streptococcus faecium*) qui hydrolysent l'amidon et produisent l'acide lactique en abaissant le pH (ABE et LINDSAY, 1978).

Il se forme aussi de l'acide acétique et l'éthanol en quantité faible.

Ces résultats sont en accord avec ceux de MEUSER et SMOLNIK (1980) qui ont suivi le pH, la teneur en éthanol, acides lactique et acétique, en sucres et l'acide cyanhydrique au cours de la fermentation de la pulpe de manioc. La teneur en éthanol est faible et varie de 0,86 mg/kg de pulpe fraîche à 1,61 mg/kg du produit fermenté (tableau 1).

Tableau 1. Evolution du pH, de la teneur en acides lactique et éthanol pendant la préparation de l'attiéké*.

	pH %	A. lact.	% A. acét.	Ethanolmg/kg	% humidité
Pulpe fraîche	6,1	0,72	0,48	-	61,1
Pulpe broyée	5,5	0,99	0,66	-	61,5
24 h fermentation	5,0	2,79	1,86	0,86	51,1
48 h fermentation	4,8	5,0	3,36	2,05	60,5
72 h fermentation	4,7	7,0	4,86	1,61	60,5
Semoule crue	5,0	4,50	2,48	0	51
Attiéké frais	5,0	3,60	2,40	0	45

* Moyenne de quatre déterminations pour chaque composé chimique. Les résultats sont donnés sur poids frais.

Le tableau II montre que le taux des sucres totaux et réducteurs augmente tandis que celui de l'amidon décroît.

Tableau II. Variation de la teneur en amidon, en sucres totaux et réducteurs et vitamine C pendant la préparation de l'attiéké.

	Amidon %	Sucres totaux %	Sucres réducteur %	Vit. C mg/100g
Pulpe fraîche	41,14	0,20	0,060	69
Pulpe broyée	41,13	0,117	0,057	65
24 h fermentation	39,13	0,121	0,053	63
48 h fermentation	34,87	0,125	0,050	57
72 h fermentation	33,86	0,142	0,047	49
Semoule crue	30,43	0,170	0,080	35
Attiéké frais	29,50	0,150	0,050	1

* Moyenne de quatre déterminations pour chaque composé chimique. Les résultats sont donnés sur poids frais.

Le taux de l'amidon varie de 41,1 % dans la pulpe fraîche à 33,9 % dans la pulpe fermentée, celui des sucres totaux de 0,12 % à 0,17 % tandis que ceux des sucres réducteurs évoluent de 0,05% à 0,08 %. Dans l'*attiéké*, les sucres totaux représentent 0,04 % et les sucres réducteurs 0,02%.

L'évolution des teneurs en amidon, sucres totaux et réducteurs est attribuée à l'action des bactéries lactiques, *Streptococcus faerium*, qui hydrolysent l'amidon en sucres fermentescibles et les dégradent en acides lactique et acétique (ABE et LINDSAY, 1978; NGABA et LEE, 1979; EJIOFOR et OKAFOR, 1980; OKAFOR et al. 1984).

Tous ces résultats correspondent bien à ceux obtenus par différents auteurs (NWACHUKWU et EDWARDS, 1978; OKOFOR et al, 1984; REGEZ et al, 1987; MEUSER et SMOLNIK, 1980; OGUNSUA, 1980; NGABA et LEE, 1979) qui ont étudié le rouissage du manioc pour la préparation du lafun, du *futu*, du *gari*, du *chikwangué* et *malemba* (produits de base de manioc fermenté).

Après les 3 jours de fermentation, la suite des opérations qui contribuent à la fabrication de l'*attiéké* modifie aussi la composition chimique du produit final. C'est ainsi que les teneurs en acides lactique et acétique, et en amidon de l'*attiéké* diffèrent de celles obtenues au cours de la fermentation, cependant la variation des sucres est très faible.

La teneur en vitamine C de la pulpe fraîche du manioc représente 69 mg/100g (tableau II). Lors de la préparation de l'*attiéké*, ce taux a sensiblement diminué après le 3ème jour de la fermentation. Ainsi l'*attiéké* frais n'a plus qu'une teneur en vitamine C de 1 mg/100 g de poids frais. Ce résultat montre que la vitamine C est presque toujours entièrement détruite pendant le processus de fabrication de l'*attiéké*.

IV. CONCLUSION

Cet aliment est essentiellement énergétique avec un taux élevé en acides lactique et acétique, qui lui confère sa saveur acidulée. Bien que produit fermenté, la technologie de production élimine totalement l'alcool et la majeure partie de la vitamine C.

De plus, théoriquement, des pathogènes potentiels sont écartés par l'acidité.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABE, M.O., LINDSAY, R.C. 1978 : Evidence for lactic streptococcal in nigerian Acidic cassava manihot esculenta GRANTZ) fermentations. *Journal of food protection* 41 (10) : 781-784.
- ABOUA F., 1988 : Traditional food preparations of cassava in Ivory Coast. *cassava Newsletter*. Vol. 12 N 1 june 1988 ISSN - 0259 -3688 CIAT.
- AOAC 1975 : "Official Methods of analysis" 12 th ed. Assoc. of official analytical chemists, Washington, DC.
- COLLARD P., LEVIS S. 1959 : A two stages fermentation of cassava. *Nature* 283 (4451) : 620-621.
- ESSOH G., 1980 : La filière artisanale de l'attiéké de Dabou à Abidjan. *Mémoire de DEA* Montpellier, France 88 p.
- EWERS E., 1965 : Determination of starch by extraction and dispersion with hydrochloric acid. *International of Organisation for standardisation (LSD/T93/WGL)*. Exportateur ivoirien, 1983 : Le plan manioc ivoirien. *Revue du Centre Ivoirien de Commerce Extérieur*. nouvelle série n° 34 juillet-août-septembre 1983.
- FOUILLOUZE, 1951 : Chimie qualitative et quantitative appliquée. 2ème édition 2 : 238-240.
- LELLOCHE L., 1982 : L'élaboration artisanale de l'attiéké en Côte d'Ivoire. *Mémoire ENSIA*, Massy. 89 p.
- MBOME LAPE T., MICHEAU H. et TRECHERS, 1982 : Conditions d'utilisation de la méthode polarimétrique d'Ewers pour le dosage de l'amidon des tubercules tropicaux cultivés au Cameroun. *Revue Sciences et Techniques (Sci. Santé)*, 3 : 71-82.
- MEUSER F. et SMOLNIK, H. D., 1980 : Processing of cassava to gari and other foodstuffs. *Starch*, 32 (4) : 116-122.
- MUCHNIK J., 1982 : Innovation et adaptation de technologies pour l'industrialisation des pays africains; les industries agro-alimentaires : le cas de la transformation du manioc. *Altersial*, ENSIA, Massy. 77 p.
- MUCHNIK J. et VINCK D., 1984 : La transformation du manioc : technologies autochones; Paris : Presses Universitaires de France.
- NGABA P.R. and LEE S.J.A., 1979 : Research note : Fermentation of cassava (manihot Esculenta GRANTZ). *Journal of food Science*, '' (5) : 1570-1571.
- NXACHKWU S.U. and EDWARDS A.W.A., 1978 : Micro-organisms with cassava fermentation for lafun production. *Journal of food and Agriculture*, 1 (1) : 39-42.
- OGUNSUA A.O., 1980 : Changes in some chemical constituents during the fermentation of cassava tubers esculenta GRANTZ) *Food Chemistry*, 5, 249-255.
- OKAFOR N., IJOMA B. and OYULY C., 1984 : Studies on the microbiology of cassava retting for foo-foo production. *Journal of Applied Bacteriology*, 56, 1-13.
- OLATUNJI O., 1977 : Production and utilisation of local dry corn milled products in Vigena. *Nutr. Rép. Int'*1, 16 : 595.
- PELE J. et BERRE S., 1966 and MUTINSUMU M., 1987 : Microflora of traditional cassava foods during processing and storage : the cassava bred (Chikwangue) of Zaïre. *Microbiologie-Aliments-Nutrition*, 5 (4) 303-311.
- TRAORE A et BLIZOUA Ch., 1981 : La production intensive de l'attiéké. *Séminaire Carff/OIT/CRAT/SIDA-Dakar*.
- ZAOULI I., 1982 : Les utilisations du manioc en Côte d'Ivoire. La filière Attiéké. *Mémoire SIARC*, ENSIA, Massy, France 87 p.

3.8. TRANSFORMATION DES FRUITS ET LÉGUMES POUR UNE CONSERVATION À LONG TERME DES PRODUITS HORTICOLES

LATYR DIOUF
Institut de Technologie Alimentaire
BP 2765 Dakar, Sénégal

Résumé

La production accrue des maraîchers et des fruits consécutifs au IV plan de développement a mis en évidence un certain nombre de contraintes dont la mauvaise organisation du marché, le manque de moyen de stockage, l'insuffisance de matériel de conditionnement.

La transformation des fruits et légumes en produits finis susceptibles d'être conservés pendant longtemps a été choisie comme technique pour éviter les pertes post-récolte.

I. INTRODUCTION

Le caractère périssable des produits horticoles, impose la mise en œuvre de méthodes appropriées de conservation pour garantir leur utilisation et leur consommation dans l'espace et dans le temps. Le cas des pays en voie de développement présente à cet effet des difficultés particulières en égard au manque de moyens, d'infrastructures adéquates de conservation à long terme des fruits et légumes, ce qui, compte tenu des conditions climatiques locales défavorables (température, humidité, relative) se traduit par des pertes considérables.

Par ailleurs, au regard des objectifs primordiaux d'auto-suffisance et de sécurité alimentaire qui demeurent une préoccupation constante de la plupart des pays en développement, l'on sait que la recherche d'une solution locale aux problèmes de pénurie de fruits et légumes requiert non seulement l'accroissement de la production, mais aussi la préservation de ces produits alimentaires.

Le progrès scientifique et technique a permis de mettre en œuvre plusieurs méthodes de conservation mais la plupart connaissent des difficultés d'adaptation dans les pays en développement; ces difficultés sont liées au manque d'infrastructures appropriées et de techniciens qualifiés pour assurer leur fonctionnement et leur maintenance.

La transformation artisanale, industrielle ou sémi-industrielle des fruits et légumes peut aider à une meilleure conservation, à un stockage à long terme de ces produits.

Compte tenu de ces problèmes et du développement de l'industrie alimentaire notamment des conserves de fruits et légumes au Sénégal, l'Institut de Technologie Alimentaire (I.T.A.) de Dakar a entrepris depuis des années des études sur la technologie des fruits et légumes; après avoir étudié les possibilités de transformation des produits horticoles (mangues, oranges, papaye, goyave, tamarin, choux, patate douce, carottes, haricot vert, "Bissap", "made"), une production de divers produits (confiture, marmelade, gelées, nectar, jus de fruits, conserves de légumes) a été réalisée.

II. LA PRODUCTION HORTICOLE

Le Sénégal est un pays dont l'économie est basée sur l'agriculture; le secteur horticole connaît actuellement un progrès considérable grâce à ses immenses potentialités au niveau des périmètres irrigués de plus en plus importants et grâce à la réalisation des grands projets horticoles dans la zone des Niayes, dépressions interdunaires le long du littoral de la grande côte de dakar à Saint-Louis, en Casamance et dans la région de Kaolack.

II.1. L'évolution de la production

II.1.1. Période 1973-1974 (IV Plan)

Source IV Plan

Cultures maraichères	1973/74	1974/75	1975/76	1976/77
Superficie (ha)	4 300	4 700	5 000	5 200
Objectifs	4 829	5 360	7 021	5 900
Réalisations	112%	114 %	140 %	113 %
Production (tonnes)	120 000	135 000	170 000	200 000
Objectifs	60 381	85 441	101 800	90 000
Réalisations	50 %	63 %	60 %	45 %

CULTURES FRUITIÈRES

A la fin du IV Plan, la production de fruits divers est estimée à 27 000 tonnes dont 12 000 tonnes pour les projets nouveaux. Les principales essences fruitières sont les bananiers, les manguiers, les ananas, les avocatiers et les agrumes.

II.1.2. Période 1977/81

On a noté une réduction des superficies de 15,4 % (6 943 ha à 5 875 ha) et de la pluviométrie; la production a aussi chuté de 102 000 tonnes à 81 000 tonnes soit une réduction de 20 %.

II.1.3. Période 1981/85 (IV Plan)

CULTURES MARAÎCHÈRES

Production

Objectifs : 100 000 tonnes dont 10 000 tonnes destinées à l'exportation; durant la période 1982/83, la production maraichères a atteint 103 000 tonnes dont 90 % proviennent des Niayes et 10 % des périmètres irrigués.

CULTURES FRUITIÈRES

Production (tonnes	1978/79	1984/85
Objectifs		
Agrumes	25 000	21 500
Bananes	2 000	5 000
Mangues	25 000	27 000
Total	42 000	53 000

Sources IV Plan

Réalisation : 8 000 tonnes de fruits par an alors que le IV Plan prévoyait un objectif de 53 000 tonnes; cette insuffisance au niveau des réalisations s'explique en grande partie par les méthodes de production encore traditionnelle, les conditions climatiques et l'absence de structures de commercialisation et de conservation.

Le secteur horticole malgré ses immenses potentialités est confronté à plusieurs contraintes parmi lesquelles on peut citer :

- le circuit commercial des fruits et légumes mal organisé qui est entre les mains des "Bana-bana" qui imposent leur prix aux producteurs et aux consommateurs; ces prix guidés par la loi de l'offre et de la demande sont souvent bas pour les producteurs et trop élevés pour les consommateurs;
- le manque de moyens de stockage et de conservation adéquats qui entraîne des pertes considérables;
- le mauvais étalement de la production en période de pointe;
- la cherté des emballages et l'insuffisance du matériel de conditionnement, etc.

La transformation des fruits et légumes en produits finis susceptibles de longue conservation est une alternative pour aplanir ces contraintes. A cet égard, l'Institut de Technologie Alimentaire, organisme parapublic de recherche appliquée en agro-alimentaire, a été créé pour la transformation industrielle et semi-industrielle, la conservation des produits locaux notamment :

- les fruits et légumes mais aussi
- les céréales et
- les produits de l'élevage (viande et lait).

III. TRANSFORMATION DES PRODUITS HORTICOLES

III.1. Les opérations préliminaires avant la transformation

III.1.1. Le transport des fruits et légumes

Après la récolte, les fruits et légumes sont transportés à l'usine par camion; les manipulations brutales, les chocs au cours du transport doivent être évités; ils risquent de provoquer des brunissements enzymatiques ou l'activation d'enzymes pectolytiques. En général, l'usine de transformation des fruits doit être située à proximité des cultures; les fruits comme les agrumes font exception à la règle et peuvent supporter le transport sur de longues distances et un entreposage prolongé mais à condition que l'on prenne les précautions voulues notamment la réfrigération. Il est important d'éliminer dès la récolte des fruits endommagés et ceux qui sont atteints par les moisissures; il suffit en effet d'une très faible quantité de fruits avariés pour compromettre la qualité d'un jus. Sous tous les aspects ci-dessus, les contrats de culture sont éminemment souhaitables et utiles car ils créent une collaboration, une meilleure organisation du marché des fruits et légumes et une bonne compréhension entre producteurs de fruits et légumes et industriels fabricants de jus de fruits et conserves de légumes.

III.1.2. Réception des fruits et légumes

Arrivés à l'usine ou à l'atelier de transformation, les fruits et légumes doivent être pesés pour connaître le poids des matières premières reçues. On doit noter la date de réception par lot, le nom du fournisseur et l'origine des matières premières.

III.1.3. Le triage par grosseur et par couleur

Le triage par grosseur de la plupart des fruits et légumes permet une certaine uniformité de taille utile voire indispensable pour les nombreux traitements mécaniques :

- dénoyautage de fruits comme les anacardes
- éboutage des haricots verts
- pelage des ananas
- pressage des agrumes, etc.

Le triage d'après la couleur : pour les fruits, la couleur est un important indice de maturité. En outre, certaines teintes sont des signes d'altération ou tout simplement ne sont pas désirées par le consommateur; le triage d'après la couleur est effectué en général à l'œil nu et vise à éliminer les matières premières étrangères, les fruits ou les légumes en mauvais état.

III.1.4. Le pelage et l'épluchage

Ils consistent à enlever la peau superficielle des fruits et légumes; les ananas sont éboutés, pelés, débarrassés du trognon et coupés en tranches; les agrumes sont pelés pour la préparation du sirop ou de pulpe pour marmelade; dans le premier cas l'opération est effectuée à la main; dans le deuxième, au moyen de machines qui d'une part débitent l'écorce en fines lamelles, d'autre part, coupent et tamisent la partie charnue du fruit pour débarrasser des pépins, des parois cellulosiques dures. Pour enlever la peau, on peut utiliser aussi une solution alcaline chaude (90-100°C) préparée par dissolution de soude, de monoéthanolamine ou de phosphate diammonique à une concentration de 1 à 3 % pour une immersion de quelques minutes; les pommes de terre, les carottes, les navets, les salsifs sont épluchés de la même façon; les tomates lorsqu'elles sont destinées à la préparation de jus ou de purée; sont en général échauffées à la vapeur pour détacher la peau qui est ensuite retenue par le tamis de l'extracteur ou de la passoire.

III.1.5. Le lavage et le nettoyage

Le lavage est pratiqué pour la plupart des légumes et des fruits : il est particulièrement important pour les végétaux pouvant apporter de la terre ou du sable et par là une charge microbienne élevée. Les légumes à feuilles : les choux notamment sont nettoyés à sec puis lavés par immersion et agitation dans l'eau; les fruits peuvent être lavés à la main par trempage. On peut également procéder par aspersion en les arrosant au jet d'eau; cette méthode est surtout utilisée pour les fruits fragiles tels la tomate et la grenadine.

III.2. La transformation des fruits et légumes

III.2.1. Le blanchiment ou pré-cuisson

Le blanchiment est une brève pré-cuisson de 2 à 5 minutes à l'eau bouillante ou à la vapeur, à laquelle on soumet les aliments végétaux que l'on veut consommer habituellement à l'état cuit ou que l'on veut conserver par appertisation, déshydratation ou congélation. Il vise divers buts :

- attendrir le tissu végétal de façon à lui permettre de supporter sans dommage les manipulations ultérieures et à réduire son volume apparent de faciliter ou à rendre possible le conditionnement;
- éliminer l'air et d'autre gaz des espaces intercellulaires pour diminuer les réactions d'oxydation;
- accroître la perméabilité des parois cellulaires ce qui augmente la vitesse de déshydratation et facilite la réhydratation ultérieure;
- compléter le lavage du produit en réduisant aussi bien la contamination chimique que la charge microbienne;
- détruire les enzymes pouvant provoquer des détériorations, notamment lors de l'entreposage à l'état déshydraté ou congelé. Lors du blanchiment à l'eau bouillante on peut ajouter un sel soluble de calcium pour raffermir les tissus de certains fruits et légumes (par exemple les tomates entières, les pommes de terre); l'addition de carbonate de sodium pour augmenter légèrement le pH ce qui protège la chlorophylle, mais a l'inconvénient d'affecter la thiamine et l'acide ascorbique; l'addition de phosphate qui en complexant les traces de fer évitent le brunissement par formation de tanate de fer et réduisent l'oxydation de carotène; l'addition de sulfite pour empêcher le brunissement enzymatique lors de la déshydratation (exemple, les pommes de terre les choux).

Les oignons et l'ail ne sont jamais blanchis avant la déshydratation; en effet la formation de leurs arômes caractéristiques, qui a lieu lorsque le tissu est coupé dépend de réactions enzymatiques qu'il faut se garder d'inhiber.

III.2.2. Fabrication de conserves de légumes

Les schémas de fabrication ci-dessous donnent une idée de la chaîne des opérations et de fabrication des conserves de légumes.

Navets et carottes haricots verts

Triage par grosseur
Eboutage
Lavage

Pelage
Blanchiment
Rinçage
Mise en bocaux Liquide de couverture
Eau salée 2 % ou
Eau + 2 % de vinaigre
Fermeture des bocaux
Pasteurisation
Refroidissement
Conditionnement
Epinard (en tranches ou hachés)
Récolte
Nettoyage à sec
Lavage
Blanchiment
Hachage
Mise en boîtes
Rechauffage Liquide couverture
Mise en boîtes
Sertissage des boîtes
Stérilisation
Refroidissement
Etiquetage
Conditionnement

Tomates :

Tomates entières et pelées pure concentrée de tomates
Récolte
Lavage
Triage par grosseur et par couleur
Echaudage Séparation des pépins
(Vapeur ou solution alcaline) Broyage
Pelage rechauffage
Liquide de
Couverture Mise en boîtes Tamissage (2 mn)
Eau salée
ou jus Rechauffage Sel Concentration

III.2.3. Fabrication des confitures, marmelades, gelées :

La préparation traditionnelle des confitures, gelées et marmelades, consiste à cuire rapidement les fruits dans un minimum d'eau afin de les ramolir et de libérer la pectine de sa liaison avec la cellulose. Cette opération est omise lorsqu'on emploie un jus de fruit ou des fruits ayant déjà subi une cuisson. On ajoute après la quantité de sucre prévue, on mélange et on porte à ébullition vive de manière à obtenir rapidement une concentration égale à 65-70 % de matières sèches, grâce à l'évaporation de l'eau. Le rôle de l'ébullition n'est pas uniquement d'évaporer l'eau, mais aussi de parfaire la cuisson des fruits et la pasteurisation du mélange, de faciliter la dissolution du sucre et des autres ingrédients solubles, de permettre la transformation chimique du sucre (saccharose) appelée inversion en glucose et lévulose. L'inversion de 30 à 50 % du poids

total de sucre permet d'empêcher la cristallisation du saccharose au cours du stockage. A l'approche du point optimum, le mélange commence à prendre : si on prélève à l'aide d'une louche et qu'on verse, il ne s'écoule plus de façon régulière mais se fragmente en gros "caillots". La fin de la concentration est déterminée avec un réfractomètre qui doit indiquer 65 % de matières sèches pour les confitures qui doit indiquer 65 % de matières sèches pour les confitures et les marmelades et 70 % pour les gelées. Ensuite, le mélange qui est aux environs de 104-105°C est refroidi rapidement jusqu'à environ 85°C et coulé dans des boîtes ou des bocaux : ce remplissage à chaud permet de stériliser le récipient et son couvercle ou bien faire une pasteurisation des boîtes et bocaux fermés dans l'eau chaude (80-95°C) suivant le produit pendant 20 à 25 minutes. Les boîtes doivent être refroidies rapidement à l'air ou sous des douches d'eau et laissées au repos jusqu'à refroidissement complet. Ces précautions sont indispensables pour éviter la dégradation de la pectine et pour assurer une bonne gélification.

Calcul du poids du produit fini à obtenir :

Le produit final doit avoir 65 % de matières sèches avec les quantités de sucre et de fruits apportées. Exemple fabrication de confiture de patate douce ayant 9% de matières sèches :

Matières sèches

Pulpe de patate douce	50 kg	4,50 kg
Sucre	50 kg	50,0 kg
Total	100 kg	54,50 kg

Le poids de confiture

$$100 \times 54,50 \\ 65 = 83,85 \text{ kg}$$

III.2.4. Fabrication de jus de fruits

Le jus de fruits est réservé au produit provenant de la pression de fruits frais, sains et mûrs, nons fermentés.

III.2.4.1. Extraction du jus

Le jus est extrait par diverses méthodes, selon la structure du fruit, sa composition chimique et les caractères que l'on souhaite donner à la boisson par exemple limpidité, viscosité plus ou moins grandes. Selon le fruit et selon le produit que l'on veut obtenir, l'extraction du jus peut être effectuées par diverses méthodes :

- pression avec presse hydraulique
- faire macérer les fruits dans l'eau
- pression avec les presses continues à vis
- avec une passoire et une raffineuse utilisées habituellement pour la préparation des purées destinées à la concentration.

III.2.4.2. Décantation - tamisage, centrifugation, filtration du jus de fruits

Ces opérations visent à donner au produit ses caractères définitifs; d'une part on élimine du jus brut des éléments indésirables : pépins, particules insolubles, fragments de membranes cellulaires, d'autre part, on assure la stabilité physique des jus "troublés".

La décantation

Elle consiste à laisser le jus au repos pour séparer du jus les particules grossières qui tombent au fond du récipient.

Le tamissage

Le tamisage n'est pas une opération isolée, mais intervient en même temps que l'extraction; les cylindres perforés des presses à vis, les passoirettes et les finisseuses, les toiles des presses hydrauliques, sont autant de tamis. Le tamissage est effectué lorsque le jus renferme en suspension trop de pulpe ou des particules trop grossières. Ainsi les jus d'agrumes, d'ananas et de tomates sont parfois soumis à un tamissage pour réduire la charge de particules en suspension.

Centrifugation

La centrifugation de 3 000 à 15 000 g permet d'éliminer une partie, voire la plus grande partie des matières en suspension. Dans le premier cas, l'opération est appelée débouillage, et constitue une décantation accélérée; dans le deuxième cas, elle complète la clarification et sert d'étape préparatoire à la filtration; dans le cas des jus d'agrumes, elle sert surtout à la séparation des huiles essentielles.

La filtration

La filtration est employée pour la finition des jus de "Bissap" de tamarin, de goyave, d'agrumes et d'ananas que l'on veut rendre plus clair. On se sert soit de la laine de verre, soit de filtres-presses, soit des filtres rotatifs sous vide. Ce dernier a l'avantage de fonctionner de façon semi-continue du fait qu'un couteau racleur assure le renouvellement de la masse filtrante. Généralement, on ajoute des adjuvants de filtration dans le cas des deux derniers filtres; particules fines de silice fossile (terre de diatomée) purifiées, de cellulose; ces particules sont mises en suspension dans le jus avant la filtration, et le jus est recyclé jusqu'à la formation sur le filtre d'un dépôt de 1g/cm². La taille des adjuvants de filtration est choisie de manière à obtenir une masse filtrante que les particules en suspension dans le jus ne colmatent pas le filtre trop rapidement. Le jus est filtré après la préparation du filtre et l'addition de 0,1 à 0,2 % d'adjuvant de filtration.

D'une façon générale, les jus limpides sont moins colorés et possèdent moins de saveur et une moindre valeur nutritionnelle que les jus troubles ceci est lié aux éléments nutritifs et aux huiles essentielles qui sont absorbés par les adjuvants de filtration.

Il est important de noter que l'industrie des jus de fruits connaît actuellement un grand succès; en effet, on trouve sur le marché des jus d'ananas, d'agrumes, de tomates, de "Bissap" et de tamarin; la fabrication de ces produits doit beaucoup aux études effectuées dans les laboratoires des universités et des instituts de recherche appliquée en agro-aliment, et aux applications technologiques qui en ont découlé.

III.2.4.3. Désaération

Elle permet d'enlever les gaz (oxygène) introduits dans les jus au cours des opérations de broyage, d'extraction et de tamissage, etc. La présence d'oxygène dans les boîtes de fer blanc accélère non seulement la corrosion, mais agit sur l'acide ascorbique, les composants oxydables des huiles essentielles, les lipides entraînent des modifications de saveur et de couleur. La désaération est pratiquée en général pour les jus de tomate et d'agrumes afin de séparer les huiles essentielles. Elle est réalisée en faisant s'écouler le jus en couche mince ou en couche fine dans une enceinte sous vide; il se produit une ébullition qui chasse le gaz dissous.

III.2.4.4. La concentration des jus de fruits

Les jus de fruits contiennent généralement 10 à 20 % de sucre; leur concentration permet une conservation à moyen et long terme; en effet, concentrés jusqu'à une teneur en constituants solubles supérieures à 65 % et entreposés dans de bonnes conditions, les jus de fruits ne peuvent plus être le siège d'un développement microbien. La concentration facilite le transport et l'entreposage des jus; les concentrés peuvent être vendus directement au consommateur soit utilisés pour le renforcement ou la reconstitution de jus non concentrés, la préparation de boissons à base de fruits, la fermentation.

La concentration de jus de fruits est réalisée le plus souvent par évaporation sous vide d'une partie de l'eau de jus; cette eau est évaporée d'abord par contact indirect avec la vapeur d'eau dans un échangeur de chaleur, puis séparée du jus concentré dans un séparateur cyclone; plusieurs types d'évaporateurs existent dans l'industrie. On peut citer :

- évaporateur "basse température" (Low tem no joinnier ou kelley);
- évaporateur "haute température brève durée" (température accelerted short time T.A.S.T.E. Gulf);

Ce sont des évaporateurs à film liquide tombant fonctionnant sous vide.

Le choix de ces appareils dépend non seulement du produit, mais aussi du prix de l'appareil, des besoins en vapeur, électricité, eau ainsi qu'en surface au sol et en hauteur.

III.2.4.5. La température de boissons à base de fruits

Les boissons à base de fruits sont préparées à partir de jus de fruits décantés, filtrés ou concentrés. Pour préserver le goût, la consistance du produit on peut ajouter selon le cas, de l'eau, du sucre ou de l'acide :

- l'addition de l'eau permet de diluer les jus trop concentrés et les purées épaisses de fruits pour les rendre buvables;
- l'addition du sucre améliore la saveur du jus;
- l'addition de l'acide relève le goût et acidifie les jus, facilitant ainsi le traitement thermique. En effet, pour les produits dont le pH est inférieur à 4,5, un traitement thermique modéré à une température inférieure à 100°C suffit pour empêcher le développement microbien, et assurer la stabilité du produit. Les micro-organismes végétatifs thermosensibles sont détruits, les formes sporulées thermorésistantes demeurent présents mais leur prolifération est inhibée en raison du pH bas (prendre température de stockage).

Le remplissage

Il peut être effectué à chaud ou à froid; le premier cas consiste à soumettre le jus à un traitement thermique rapide (éclair) (flash en anglais), à le refroidir immédiatement jusqu'à 82-85°C puis à l'introduire à cette température dans les récipients préalablement chauffés s'il s'agit de récipients en verre. Ceux-ci sont aussitôt fermés, retournés et agités pour que le liquide chaud soit en contact avec la surface interne du récipient.

Pour le second cas, le jus aussitôt après la filtration, est introduit dans les récipients en verre (bouteilles) ensuite on les ferme pour la pasteurisation.

III.2.4.6. Pasteurisation et refroidissement

La pasteurisation du jus de fruits peut être effectuée par deux méthodes principales :

- la méthode appelée "éclaire" qui consiste à porter très rapidement le jus à 90-97°C, à le maintenir pendant une douzaine de secondes à cette température puis à le refroidir tout aussi rapidement jusqu'à 82-85°C. Le chauffage et le refroidissement sont réalisés dans des échanges de chaleur à plaques ou tubulaires analogues à ceux utilisés pour la pasteurisation du lait.
- la pasteurisation après conditionnement qui consiste à introduire le jus froid ou à une température ne dépassant pas 70 à 75°C, dans des récipients, bouteilles ou boîtes métalliques, fer blanc; ceux-ci après fermeture sont chauffés dans un bain puis refroidis en les aspergeant d'eau de pluie très fine ou en les plongeant dans de l'eau froide. Avec les récipients en verre qui ne supportent pas les chocs thermiques, le traitement comprend en général 15 mn de préchauffage à 70°C, 15 mn de maintien à cette température de 15 mn pour le refroidissement.

Dans le cas des jus en boîtes métalliques, il est souhaitable et avantageux de chauffer plus rapidement dans l'eau bouillante ou même dans la vapeur sous pression en agitant de préférence les boîtes pour accélérer la pénétration de la chaleur et réduire la durée de chauffage.

III.2.5. La fabrication de pâtes de fruits

III.2.5.1. Préparation de purée

Après avoir pelé, retiré les pépins et les noyaux, les fruits sont réduits en pâte par la cuisson de la pulpe à feu doux avec un minimum d'eau jusqu'à une consistance convenable ensuite on égoutte sur une passoire; on écrase après la pâte finement, soit à la main soit avec un moulin colloïdal.

III.2.5.2. La cuisson

Dans une cuve à double parois de cuisson, ajouter la purée de fruits et le sucre en quantité égale, cuire à feu doux, mélanger régulièrement, ajouter les pectines surtout pour les fruits qui en sont pauvres. La cuisson est terminée lorsque le taux de matières sèches est environ 75 %. Ajouter le pH de la préparation entre 2,8 et 3,4 qui correspond de l'acide citrique ou du jus de citron.

III.2.5.3. Le séchage

Le séchage de la pâte étalée sur les claies ou les assiettes est effectué dans un séchoir solaire ou dans un endroit sec aéré. Saupoudrer de sucre le côté sec, retourner régulièrement en saupoudrant de sucre à chaque fois. Après le séchage (déshydratation de la pâte jusqu'à 10% d'eau résiduelle), on découpe en carrés qui peuvent être conditionnés dans des boîtes en fer blanc ou des pots en séparant chaque couche par un papier blanc.

III.2.6. La fabrication de sirop

Les sirops sont préparés à partir de jus de fruits; on mélange en général 750 g à 1 kg de sucre avec 500 g de jus de fruits et on chauffe le mélange de manière à dissoudre le sucre dans le jus et à concentrer le mélange jusqu'à 70% de matière sèche. La concentration peut se faire dans des marmites ouvertes à double parois ou dans des concentrateurs sous vides. Le sirop prêt est mis en bouteilles aussitôt après la concentration à une température supérieure à 85°C; après le remplissage, les bouteilles sont immédiatement fermées.

La pasteurisation

Les bouteilles contenant le sirop sont pasteurisées c'est-à-dire soumises à un traitement thermique à 90°C pendant 20 à 30 minutes, après la pasteurisation, elles sont refroidies lentement; on doit chauffer le sirop le moins longtemps possible pour éviter la formation de caramel.

III.2.7. Les additifs utilisés dans la fabrication de confitures, gelées marmelades et jus de fruits

III.2.7.1. Définition

Ce sont des substances qui sont pas normalement consommées en tant qu'aliment ou qui ne sont pas normalement utilisées comme ingrédient caractéristique d'une denrée alimentaire; l'addition de ces substances aux denrées ou aux boissons destinées à l'alimentation humaine, est purement technologique, organoleptique ou nutritionnelle :

- technologie pour faciliter la transformation des matières premières (agents antimoussants, acidifiants, antiaglutinant) et améliorer la consistance (agents gélifiants, apaisissants);
- organoleptique : amélioration de l'aspect, du goût et de la couleur;
- nutritionnelle: enrichissement par addition d'éléments nutritifs (vitamines, sels minéraux, protéines).

III.2.7.2. Rôle des additifs utilisés dans la transformation des fruits et légumes L'acide citrique ou tartrique.

Ce sont des agents acidifiants; en effet, une acidité minimale est indispensable à la formation d'un gel. Dans la fabrication de confitures et gelées, le pH du mélange doit être compris entre 2,8 et 3,4 pour que les confitures prennent; cette limite correspond au point de gélification des pectines et aussi être suffisamment bas pendant la cuisson pour permettre l'inversion de 30 à 50% du saccharose et inhibe le développement des germes thermorésistants pathogènes.

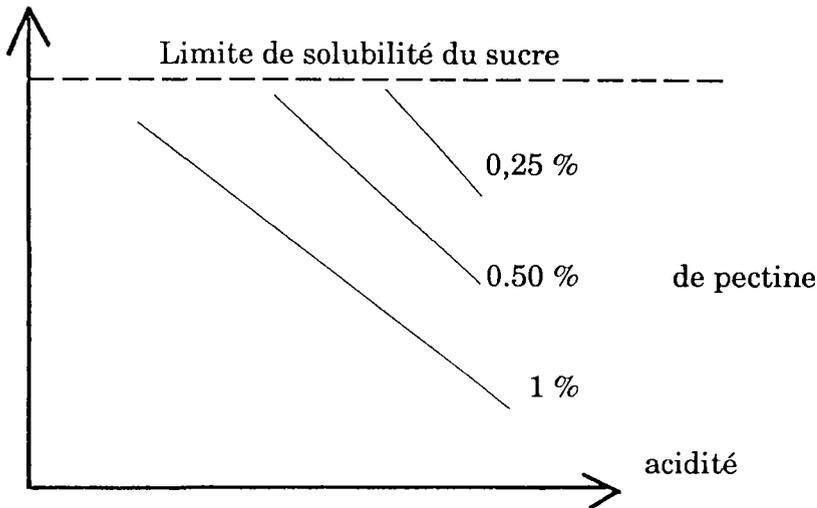
Les pectines

La propriété des pectines la plus importante du point de vue de la technologie alimentaire est leur aptitude à former des gels; pour ce qui concerne la pectine elle-même, les caractères du gel dépendent principalement de deux facteurs : la longueur de la molécule pectique et de son degré de méthylation.

La longueur de la molécule détermine pour une même quantité de pectine de gel final, la rigidité ou fermeté de celui-ci. En dessous d'une certaine longueur moléculaire, une pectine ne donne pas de gel quelles que soient la dose utilisée et les autres conditions du milieu.

Le sucre

Le sucre est un conservateur; en effet à une certaine concentration de sucre environ 65 % le développement des micro-organismes (levures, moisissures osmophiles) dans le milieu est inhibé. Le sucre permet une déshydratation partielle et une augmentation de matières sèches des fruits et sert également à la formation d'un gel et donne du goût.



Régions d'existence du gel pectine - sucre - acide par 3 teneurs en pectine, d'après G. Spencer J. Phy. Ch. 1929 - 33 1987.

III.2.7.3. Conséquence du mauvais dosage des additifs ci-dessus

L'acide citrique et tartrique

Une addition supérieure à la quantité normale entraîne un pH trop bas qui aurait divers inconvénients : inversion trop poussée du sucre d'où risque de cristallisation du glucose; gélification rapide avec formation de grumeaux; saveur excessivement acide; synérèse, c'est-à-dire contraction du gel avec exudation de liquide. Si on ajoute une quantité trop faible d'acide, la gélification n'aura pas lieu; le sucre risque de cristalliser.

Les pectines

Une addition au-delà de la quantité optimale donne des gels trop fermes, trop durs; si on en ajoute une quantité de pectine trop faible, la gélification n'aura pas lieu; la confiture restera liquide. La formation d'un gel dépend essentiellement des concentrations en pectines, acides et sucres. La réussite de la préparation de confitures, gelées et marmelades passe par un équilibre de ces trois éléments; il existe une zone de gélification optimale pour une teneur en pectine résumée dans le schéma.

Le sucre

Si on ajoute trop de sucre, le mélange risque de bouillir avant la dissolution complète du sucre; le sirop se concentre et la partie du sucre non dissoute se caramélise; une concentration sursaturée de sucre entraîne une confiture trop ferme et trop sucrée; au cours du stockage, le sucre risque de cristalliser. Avec une quantité faible de sucre, la conservation devient problématique, les moisissures risquent de se développer.

IV. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La transformation des fruits et légumes, en égard aux objectifs prioritaires et d'autosuffisance et de sécurité alimentaire, aux pertes très importantes de ces produits imputables au manque de moyen et d'infrastructures adéquats de conservation et de commercialisation, constitue une alternative efficace pour assurer la conservation à long terme des fruits et légumes.

La compétitivité de cette méthode de conservation passe par une maîtrise de la technologie de transformation artisanale des fruits et légumes. Ce qui suppose une formation des agriculteurs, maraîchers et horticulteurs aux techniques modernes de production et de conservation des produits horticoles; à cet égard, il est indispensable de :

- les grouper en association ou en groupement de producteurs
- organiser le circuit commercial des fruits et légumes
- organiser à l'intention de ces associations ou de ces groupements des séminaires ou des stages de formation sur les méthodes simples de production, de transformation et de conservation des fruits et légumes
- créer un cadre régional ou sous-régional de réflexion sur les problèmes et les contraintes dont souffre le secteur horticole pour y apporter une solution
- financer des projets de recherche appliquée sur conservation des fruits et légumes.

3.9. VALORISATION PAR BLUTAGE DU TOURTEAU DE COTON SANS GOSSYPOL

Anatole KOSSA, N'Gadi KADIO et Alphonse KAMENAN
Centre Ivoirien de Recherches Technologiques (CIRT)
08 B.P. 881 Abidjan, 08 Côte d'Ivoire

Resumé

Une farine destinée à la consommation humaine a été élaborée à partir du tourteau de coton glandless. Le tourteau préalablement analysé est conditionné à 7% d'humidité et passé entre les rouleaux d'un appareil à cylindres. La mouture ainsi obtenue a été tamisée au tamis semi-industriel "ROTO SIEVE 60", muni d'une toile de 200 µm d'ouverture de mailles. Le taux de farine est de 65 % avec une teneur en cellulose de 7 % et de 53 % en protéines, alors que le tourteau initial contenait 12 % de cellulose et 51 % de protéines.

I. INTRODUCTION

Depuis trois décennies, la culture du cotonnier s'est développée en Côte d'Ivoire. En 1960 cette spéculation couvrait une superficie de 137 hectares pour une production de 69 tonnes de coton graine. Au cours de la campagne 86/87, la culture du cotonnier a couvert 159 000 hectares pour une production de 208 000 tonnes (DSREA 1987). Jusqu'à une époque récente, la production cotonnière n'intéressait que l'industrie du textile. A l'heure actuelle, d'autres industries s'intéressent à la culture du coton pour sa graine qui est devenue une matière première très importante. En effet la graine de coton riche en lipides (18 à 20 %) est déjà utilisée dans les huileries pour la production d'huile de table ; le tourteau obtenu après usinage des graines est riche en protéines dont la teneur varie de 36 à 60 % (LAGIERE R. 1966). Cependant, l'utilisation de ce tourteau se limite à la préparation des aliments pour les ruminants. En effet, les graines de coton contiennent le gossypol, substance toxique pour les monogastriques ; elles sont également riches en cellulose. Toutes ces indications rendent le tourteau impropre à l'alimentation humaine.

* Ce travail a été réalisé dans le cadre du sous-contrat du contrat : Programmes de Recherches IRCT- CEE n° TSD-078-F (MR) de 1986.

L'Institut des Savanes (IDESSA) de Bouaké développe des variétés de cotonnier dites "glandless" dont les graines sont dépourvues de gossypol. L'adoption d'une technologie appropriée en vue de diminuer le taux de cellulose, augmente les chances d'utilisation du tourteau de "glandless" dans l'alimentation humaine (pâtisserie, aliments infantiles...). C'est l'objet de cette étude qui vise à obtenir une farine alimentaire par blutage du tourteau de coton déshuilé.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1 - Matériel végétal

Il s'agit de tourteau de coton sans gossypol déshuilé et non pellétisé, provenant des usines TRITURAF de Bouaké.

2 - Méthodes

a) La mouture

L'unité de mouture se compose de deux cylindres de 250 mm de diamètre et de 100 de longueur utile maintenue propre par un jeu de brosses. L'écartement de ces cylindres est réglable à l'aide d'un vernier. Un distributeur vibrant à débit réglable assure une alimentation uniforme sur toute la longueur des cylindres. Cet appareil permet de dissocier la farine des fibres de coton sans les broyer. Il sera alors possible de séparer les deux éléments par tamisage.

b) Le tamisage

Pour les essais, nous avons utilisé un jeu de six tamis de laboratoire de différentes ouvertures de mailles : 1000 μm , 315 μm , 200 μm , 160 μm , 100 μm et 50 μm .

c) Blutage

L'appareil utilisé est un tamis semi-industriel "ROTO SIEVE 60" muni d'une toile de 200 μm d'ouverture de mailles. Il est chargé avec désséché 3 kg de tourteau préalablement séché jusqu'à 7 % d'humidité. Il est mis en marche pendant 5 minutes. La farine traverse les mailles du tamis, tandis que les particules plus grosses sont retenues. Ces dernières constituent le refus de tamis qui est récupéré et passé dans le "Broyeur" à cylindre. La mouture obtenue est de nouveau tamisée comme précédemment décrit. Puis l'opération de mouture recommence avec le nouveau refus de tamis.

d) Méthodes d'analyse

- taux d'humidité : le taux d'humidité est déterminé par étuvage à 105°C jusqu'à poids constant de l'échantillon prélevé ;
- taux de cellulose : la cellulose est dosée selon la méthode décrite par HART et FISCHER (1971), en utilisant le FIBERTEC SYSTEM, appareil semi-automatique qui permet d'analyser plusieurs échantillons à la fois ;
- taux de cendres : la teneur en cendres est obtenue par pesée du résidu après incinération de l'échantillon à 550°C selon le procédé AOAC (1975) ;
- taux de lipides : la teneur en lipides est déterminée selon les normes françaises (N.F. V03-924 et 925) rapportée par Wolf (1968).

- taux de protéines : le dosage des protéines est fait par la méthode de l'AOAC (1975). Le coefficient de conversion de l'azote en protéines a été pris conventionnellement égal à 6,25

III. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de l'analyse chimique du tourteau brut reçu en laboratoire sont portés dans le tableau I.

TABLEAU I : Composition des différents constituants est exprimée en pourcentage du poids de l'échantillon tel quel.

CONSTITUANTS	TENEURS EN % (a)
Eau	11,0
Protéines	51,5
Lipides	5,0
Cellulose	12,2
Cendres	7,6

(a) La teneur des différents constituants est exprimée en pourcentage du poids de l'échantillon tel quel.

Ces résultats sont conformes aux données de la littérature en ce qui concerne en particulier les teneurs en protéines (plus de 50 %) et en cellulose (12 %) (COULIBALY et ODI, 1985 ; SCHMIDT-LEPLAIDEUR, 1984). Le taux des lipides (5%) apparemment élevé, s'explique par la méthode de dosage que nous avons utilisée : nous avons procédé à une hydrolyse acide du tourteau avant l'extraction au Soxtec System; ceci permet d'obtenir la teneur réelle en lipides résiduels dans le tourteau. Notons que la teneur en eau du tourteau (11 %) à la sortie de l'usine est très élevée ; un séchage supplémentaire pour abaisser le taux d'humidité du tourteau à 7 % facilite la séparation de la farine des débris de coque et de fibres.

Le tableau II indique les résultats du blutage en laboratoire et des analyses sur chaque portion de farine obtenue. Les valeurs sont exprimées en pourcentage du poids de l'échantillon.

TABLEAU II : Proportion relative et composition chimique de chaque fraction de farine après blutage en laboratoire

OUVERTURE DE MAILLES DES TAMIS	RENDEMENT DE FARINE OBTENUE (%)	HUMIDITE CONTENUE DANS CHAQUE FRACTION (%)	CELLULOSE CONTENUE DANS CHAQUE FRACTION (%)	CENDRE CONTENUES DANS CHAQUE FRACTION (%)
ø > 1 mm	68,4	10	17,0	-
1 mm > ø > 315 µm	9,8	10	8,3	6,7
315 µm > ø > 200 µm	7,0	10	3,5	6,9
200 µm > ø > 160 µm	3,9	10	3,2	5,8
160 µm > ø > 100 µm	4,9	10	2,9	7,3
100 µm > ø > 50 µm	3,7	9,50	3,9	7,3
50 µm > ø	1,5	9,50	4,7	7,5
Pertes	0,8			

Les premières portions de farine contiennent beaucoup de cellulose. Ensuite, le taux de cellulose diminue régulièrement dans les fractions de farine, puis s'accroît dans les derniers tamis. La cellulose contenue dans les premières fractions de farine correspond aux débris fins de coque et de linters qui ont traversé les grandes mailles des premiers tamis ; tandis que le taux élevé de cellulose dans les dernières portions de farine recueillie après tamisage correspond aux débris très fins de linters. On note une chute constante des rendements de tamisage, allant de 68 % à 1 % au niveau des différents tamis. Cela provient du taux d'humidité élevé dans le tourteau initial ; au cours du tamisage, la farine adhère alors aux débris de coque et aux fibres formant des boules retenues surtout dans les premiers tamis.

En tenant compte des normes PAG (1975), les portions de farine qui pourraient entrer dans l'alimentation humaine sont celles qui présentent un taux de cellulose inférieur à 5 % ; ce sont celles dont les grains ont un diamètre inférieur à 313 μm , (Tableau II). Ces portions réunies représentent un rendement en farine de 21,2 % par rapport au tourteau de départ.

En fonction de ces résultats, il a été procédé au tamisage semi-industriel. Ce travail s'effectue sur un tourteau préalablement conditionné à 7 % d'humidité. Nous avons utilisé le tamis de 200 μm d'ouverture de mailles plutôt que celui de 315 μm , pour prévenir l'augmentation du taux de cellulose qui pourrait résulter de la répétition du blutage des refus de tamis. Les résultats du blutage semi-industriel sont consignés dans le tableau III.

TABLEAU III : Bilan du blutage semi-industriel et teneurs en cellulose et en protéine de la farine obtenue

OUVERTURE DE MAILLES	RENDEMENT DE LA FARINE	TAUX DU REFUS DE TAMI	TAUX DE PERTES	TAUX DE CELLULOSE DANS LA FARINE OBTENUE	TAUX DE PROTEINES DANS LA FARINE OBTENUE
200 μm	65,6	23	11,4	7,7	53

Les valeurs, exprimées en pourcentage du poids de l'échantillon sont les moyennes d'une série de six mesures.

Le tamisage semi-industriel selon le schéma proposé permet de tripler le rendement du blutage en laboratoire (65,6 % contre 21,2 %). Le refus de tamis est essentiellement composé de débris de coque et des linters.

IV. CONCLUSION

En utilisant un appareil qui permet de séparer la farine des coques et des fibres sans broyer celles-ci, nous avons montré qu'il est possible d'obtenir une farine alimentaire à partir du tourteau de coton. En effet la farine obtenue a une teneur en cellulose relativement basse (7 %) par rapport à son taux dans le tourteau (12 %) ; elle peut être utilisée en alimentation humaine dans des formules associant d'autres denrées complémentaires. Le rendement de la farine (55 %) est satisfaisant ; il peut être amélioré en minimisant le taux de perte (11 %) sensiblement important pour une opération industrielle. Pour ce faire, il faut adapter directement le système de tamisage à l'appareil de mouture.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AOAC (1975) - Official Methods of Analysis 12th ed.
- COULIBALY M. et ODI D. (1985) - Substitution du tourteau de soja par le tourteau de coton sans gossypol en fonction des prix pratiqués p 79-96 in CIDT, IDESSA et TRITURAF : Le cotonnier sans gossypol, une nouvelle ressource alimentaire. Colloque Abidjan, 26-27 Novembre 1985. CIDT-Multigrade.
- DSREA - Direction des Statistiques Rurales et des Enquêtes Agricoles . Ministère du Développement Rural CI-1987.
- HART F. L. et FISCHER H.J. (1971) - Modern Food Analysis, p 12-16, Springer verlag New-York Heidelberg Berlin 518 p.
- LAGIERE R. (1966) - Les sous-produits du cotonnier ; p 256-258. In le cotonnier. Collection Technique Agricole et Production Tropicale G.P. MAISONNEUVE et LAROSE 306 p.
- PAG (1975) - Protein Advisory Group of World Health Organization.
- SCHMIDT-LEPLAIDEUR M. A. (1984) - Le coton qui se mange, une ressource alimentaire riche en protéines. Intertropiques Agricultures, 5 : 24-26.
- WOLF J.P. (1968) - Manuel d'analyse des corps gras ; Azoulay, Editeur ; Paris, P. 434-436.

3.10. VALORISATION DES COQUES DE CAFÉ ET DES BOUES D'EXTRACTION D'HUILE DE PALME DANS L'ALIMENTATION DES OVINS

ODI H. DIAMBRA, ZONGO D. ET COULIBALY M.
Laboratoire Central de Nutrition Animale
06 BP. 353 Abidjan 06 - Côte d'Ivoire

Résumé

Deux sous-produits agricoles ont été utilisés dans l'alimentation du bétail destiné à la production de viande. Ce sont les coques de café pour lesquelles la présence de substances antinutritionnelles (lignine, caféine) constituent un facteur limitant, et les boues d'extraction d'huile de palme qui constituent des menaces constantes de pollution des lagunes.

Les coques de café incorporées à un taux de 20% dans un concentré pour ovins n'ont pas eu d'incidence négative sur la croissance des agneaux.

Le traitement à l'urée à une dose de 6% sous une température de 90 °C pendant 15 jours permet d'obtenir plus du double de la digestibilité des coques de café (de 18,18 à 41,61%).

Des études de digestibilité "in vivo" des boues d'extraction d'huile de palme chez des ovins ont montré que la digestibilité des nutriments s'améliorait avec un rapport boue/fourrage de 3/7, en comparaison avec les autres combinaisons boue/fourrage.

En conclusion, ces 2 sous-produits constituent des aliments intéressants pour le bétail bien qu'ils restent peu utilisés.

I. INTRODUCTION

Les technologies visant à la réduction des pertes post-récolte par un traitement adéquat ou une association judicieuse d'aliments simples permettant une consommation et une croissance optimales chez les aliments d'élevage sont à promouvoir.

En Côte d'Ivoire, les sous-produits agro-industriels tels que les coques de café et les boues d'extraction d'huile de palme constituent des aliments potentiels pour l'entretien des ruminants.

Les décortiqueries traitent autour de 475 000 t de café coque par an donnant 250 000 t de café vert marchand et 220 à 225 000 t de coques ; cela représente l'équivalent de 40 000 M3 à brûler sur 3 mois. Les plus grosses unités (Toumbokro) atteignent des maxima à plus de 1000 m3/j. En raison de sa faible densité (0,35), les coûts de transport de la coque seraient prohibitifs,

ceci explique que les usines de décortilage se contentent de brûler ces déchets préférant ne pas investir dans les moyens de stockage supplémentaires (640 000t en 3 mois) avec des risques d'autocombustion non négligeables. Il ne semble pas non plus que le coût du poste énergie (4 F CFA/kg de café marchand) dans l'ensemble des coûts du décortilage estimé à 26,5 FCFA/kg en 1987 soit suffisamment élevé pour intéresser les usines à recycler en combustible leurs déchets de coques en dépit de leur bon pouvoir calorifique (MPA-DCGTX, 1989).

Les boues d'extraction d'huile de palme constituent des menaces constantes de pollution des lagunes et de manque à gagner pour la pêche suite aux effluents liquides. Le nouveau procédé de décantation entraîne une récupération supplémentaire de 0,5 % à 1 % d'huile brute par régime usiné et la possibilité de fournir des aliments hautement appréciés par les ruminants (IRHO, communication personnelle).

On estime à 600 000t de liquide les quantités actuellement rejetées ; ceci représente 600 000 t de boue solide (25 % MS) et 162 000 t de boue liquide (10 % MS) après décantation (MPA-DCGTX, 1989). Ainsi le procédé de décantation des 600 000t initialement rejetées rapporteront une valeur de 820 million de FCFA sous forme d'huile brute supplémentaire plus la mise à disposition du bétail des sous-produits de décantation.

En Malaisie, les boues d'extraction ont été utilisées avec succès chez les porcs et la volaille (HUTAGALUNG et al., 1975 ; HUTAGALUNG et al., 1977). En Côte d'Ivoire, l'Institut de Recherche des Huiles et Oléagineux (IRHO) distribue ces boues aux bovins, mais il n'existe pas de données sur la digestibilité de cet aliment, ni sur les performances des animaux qui consomment ces boues. ALHASSAN et AKOFUR (1982) ont étudié l'effet de l'incorporation des boues sur la digestibilité des balles de riz chez les moutons. Ils ont constaté que l'incorporation de 30 % de boue améliorerait la digestibilité de la matière sèche (MS), de la protéine brute, de la matière grasse de l'extractif non azoté. La digestibilité de la cellulose était inversement proportionnelle à l'incorporation des boues.

Notre étude présente les résultats de valorisation en alimentation animale de ces deux sous-produits.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1- Essai coques de café

a) Essai de performance

Quarante agneaux mâles non castrés, de race Djalonké, ont été répartis dans 4 loges de 10 agneaux par loge, avec un poids moyen par loge de 14,8 kG. Deux types de concentrés sont distribués en granulés avec ou sans coques de café ; le foin de *Panicum maximum* et l'eau sont distribués à volonté dans chaque loge. Les quantités de concentré ont été distribuées progressivement de 150 à 400 g par animal et par jour (MF), par groupe de 10 animaux, pendant 90 jours.

Les coques de café ont remplacé une partie de remoulage de blé (20%) dans le concentré test. Pour assurer une bonne homogénéité des concentrés, les aliments étaient présentés sous forme de granulés.

On a mesuré la quantité de MS ingéré par jour et par lot de 10 animaux, ainsi que le gain de poids hebdomadaire par animal, pendant 90 jours. On a alors déterminé le GMQ et l'indice de consommation.

b) Traitement des coques de café à l'urée

Le traitement a été fait suivant un dispositif factoriel 2 * 3 * 2 (dose d'urée * température * durée de traitement). Les solutions d'urée à 6 et 9 % ont été obtenues en faisant dissoudre respectivement 60 g et 90 g d'urée sous forme de granulés dans 1 l d'eau distillée. Les traitements ont été effectués dans des flacons de verre de 100 ml. A 10 g de coques séchées et broyées, on a ajouté 10 ml de la solution d'urée à 6 ou 9 %. Les flacons sont aussitôt fermés hermétiquement, secoués puis placés à l'étuve, à la température désirée, pour une durée de 5 ou 15 jours. Les températures de traitement ont été de 30, 60, et 90 °C. Chaque traitement est répété 4 fois.

Les différents échantillons obtenus ont été incubés dans du jus de rumen obtenu chez 4 moutons de race Djalonké, munis de fistule ruminale, pour la détermination de la digestibilité "in vitro", selon la méthode de Tilley et Terry modifiée (1963).

2 - Essai boue solide d'extraction d'huile de palme

On a utilisé 4 béliers Djalonké d'un poids moyen de 30 kg dans un dispositif en carré latin 4 x 4. Les aliments contiennent 0, 20, 30, et 40% de boue d'extraction d'huile de palme associée à du foin de *Panicum maximum*. Les animaux munis de harnais sont logés dans des cages à digestibilité, pour des collectes de 10 jours précédés par des périodes d'adaptation de 10 jours. Les échantillons d'aliment et de fèces sont analysés pour déterminer la digestibilité des nutriments (matières sèches, protéines, matières grasses, cellulose, extractif non azoté)

III. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les coques de café

Les coques de café constituent des aliments très riches en parois cellulaires (NDF 73.57%) dont 25.64% de lignine réduisant ainsi sa digestibilité "in vitro" à 23% (MS). La teneur en caféine des coques est de 482 mg/kg MS (tableau 1).

Tableau I : Composition chimique des coques de café (% MS)

Humidité, %	9,50
Cendres, %	8,40
Silice, %	0,83
Cellulose brute, %	43,46
NDF, %	73,57
ADF, %	65,25
Hemicellulose, %	8,32
Lignine, %	25,64
Cellulose vraie, %	39,61
Protéine brute, %	11,60
Matières grasses, %	2,10
Extractif non azoté, %	34,44
Energie brute, Kcal/kg	3121,96
Caféine, mg/kg	482
Digestibilité "IN VITRO" %	23,08

Les quantités moyennes de MS et de protéines ingérées par jour et par animal sont présentées dans le tableau III. Les quantités de concentrés distribuées par jour ont été limitées à une moyenne de 320 g par animal (MS). Du fait de la pauvreté des coques de café en éléments digestibles, les animaux nourris au concentré test ont augmenté leur consommation en foin pour compenser leur besoins en protéines. Ainsi, la quantité totale de matière sèche ingérée a augmenté significativement ($P < 0,05$) chez les lots nourris aux coques de café (tableau II).

Tableau II : Matière sèches et protéines ingérées par animal et par jour

	Concentré Témoin	Concentré Test
Foin, g/j animal		
Matière sèche (MS)	333,93	346,61
Protéines (P)	23,71	24,61
Concentré, g/j/animal		
Quantité distribuée (MF)	362	362
MS	321,45	325,07
P	79,20	72,88
TOTAL MS, g/j	655,38a	671,68b
TOTAL P, g/j	102,91b	97,49a
kg MS/100 kg Poids vif	3,22	3,28

a, b : Les valeurs moyennes sur la même ligne avec des lettres différentes sont statistiquement différentes ($P < 0,05$).

Les résultats rapportant la croissance pondérale et les efficacités alimentaires sont présentés dans le tableau III.

Tableau III: Croissance pondérale, gain moyen quotidien, indice de consommation, efficacité protéique sur 90 jours.

	Concentré Témoin	Concentré Test
Poids initial, kg	14,68	15,03
Poids final, kg	20,34	20,46
Gain Moyen Quotidien, g	70,76	66,91
Indice de consommation, g MS/g gain de poids	9,26	10,03
Efficacité protéique, g P/g gain de poids	1,5	1,6

Il n'existe pas de différence significative au seuil de 5 %.

A la suite de 90 jours d'engraissement, les poids vifs sont identiques pour les animaux recevant les deux types de concentrés. Ces résultats suggèrent que le taux de 20 % de coques de café est en-dessous du seuil critique d'incorporation, qui pourrait réduire les performances des animaux. La présence de caféine n'a pas provoqué d'excitation particulière observable chez les animaux.

Le traitement des coques avec 6% d'une solution d'urée à 90°C pendant 15 jours permet d'obtenir plus du double de la digestibilité des coques de café (de 18,18 à 41,61 % digestibilité MS) (tableau IV).

Tableau IV : Influence des facteurs combinés de dose, de durée et de température de traitement sur la digestibilité de la MS des coques de café

Facteurs de Traitement			Digestibilité
Dose d'urée %	Durée Jours	Température °C	% MS
6	5	30	16,16 a
		60	23,24 b
		90	20,54 ab
	15	30	16,28 a
		60	19,05 ab
		90	41,61 d
9	5	30	18,33 ab
		60	28,39 c
		90	21,87 ab
	15	30	16,85 a
		60	21,61 ab
		90	27,25 c

a, b, c, d : Les valeurs moyennes dans la colonne des digestibilités avec des lettres différentes sont statistiquement différentes (P < 0,05).

Il s'est avéré que l'interaction température et durée de traitement est très hautement significative (P < 0,05) sur la digestibilité des coques de café. Les facteurs durée et température sont significatifs (P < 0,05) sur l'amélioration de la digestibilité (tableau 5).

Tableau V : Influence des facteurs de traitement sur la digestibilité de la MS des coques de café (1)

FACTEURS	DIGESTIBILITÉ (MS) %
DOSE D'URÉE	
6 %	18,18 a
0 %	22,80 b
9 %	22,38 b
DURÉE TRAITEMENT	
5 JOURS	21,92 a
15 JOURS	23,77 b
TEMPÉRATURE	
30° C	16,90 a
60° C	23,07 b
90° C	27,82 c

(1) Les valeurs moyennes pour chaque facteur avec des lettres différentes sont statistiquement différentes (P < 0,05)

Les boues d'extraction d'huile de palme

La composition chimique des boues solides d'extraction d'huile de palme est présentée au tableau VI.

Tableau VI : Composition chimique des aliments simples utilisés dans l'étude de digestibilité "IN VITRO" (% MS)

CARACTÉRISTIQUES CHIMIQUES	FOIN DE <i>PANICUM M.</i> %	BOUE SOLIDE D'EXTRACTION %
MATIÈRE SÈCHE	91,63	25,24
CENDRES	7,30	8,87
CELLULOSE BRUTE	38,99	31,02
HEMICELLULOSE	32,11	5,58
PROTÉINES BRUTES	6,09	15,37
MATIÈRES GRASSES	1,01	15,29
EXTRACTIF NON AZOTÉ	46,59	29,40
NDF	80,03	45,80
ADF	47,95	40,21
CALCIUM	0,54	0,99
PHOSPHORE	0,11	0,40
POTASSIUM	1,06	1,11
SODIUM	0,19	0,04

Le mélange 30% boue et 70% foin a amélioré la digestibilité de tous les nutriments, sauf celle de la cellulose, par rapport aux autres combinaisons étudiées. Au-delà de 30% de boue, la digestibilité des nutriments se trouve considérablement réduite (tableau VII). Nos résultats concordent avec ceux de ALHASSAN et AKOFUR (1982) qui ont également indiqué que 30 % de boue associée à 70 % de balles de riz amélioreraient la digestibilité du mélange par rapport aux autres combinaisons. Cependant, il n'y a pas de différence significative entre le lot recevant l'aliment témoin (100% de foin) et le lot recevant 30 % de boue associée à 70 % de foin.

Tableau VII : Digestibilité des nutriments du mélange en fonction des proportions de boue et de foin

NUTRIMENTS	TRAITEMENTS			
	T1 (TEMOIN) 100% FOIN	T2 20% BOUE 80% FOIN	T3 30% BOUE 70% FOIN	T4 40% BOUE 60% FOIN
MATIÈRE SÈCHE %	57,92 ab	50,23 a	64,69 b	44,98 a
PROTÉINES %	32,93 b	25,41 ab	40,71 b	16,28 a
MATIÈRE GRASSES	41,23 a	83,08 b	91,92 b	91,29 b
CELLULOSE %	71,62 a	65,33 a	80,75 a	65,78 a
EXTRACTIF NON AZOTÉ	57,67 b	50,93 b	67,12 b	36,19 a

(1) Les valeurs moyennes sur la même ligne avec des lettres différentes sont statistiquement différentes ($P < 0,05$).

IV. CONCLUSION

Une meilleure connaissance des sous-produits agricoles et agro-industriels permet leur utilisation optimale pour des espèces animales données. Il ressort de ces études que la Côte d'Ivoire dispose d'un potentiel inestimable de produits post-récolte qui constituent des menaces de pollution lorsqu'ils sont rejetés. La transformation des coques de café et des boues d'extraction d'huile de palme par l'alimentation animale nous paraît une voie à exploiter, par l'emploi judicieux de ces sous-produits avec les espèces animales appropriées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALHASSAN, W.S., et AKOFUR, V.A., - 1982 - Influence of oil palm slurry on the digestibility of rice straw by sheep. *J. Anim. Prod. Res.* 2 (2) : 81-89.
- HUTAGALUNG, R.I., CHANG, C.C., - JALALUDIN, S., and Webb, B.H., - 1975. Evaluation of agricultural products and by-products as animal feed. IV. The value of processed oil palm sludge for chicks. *Malaysian Agric. Res.* 4: 53-60.
- HUTAGALUNG, R.I., CHANG, C.C., TOH, K.M., et CHANG, H.C., - 1977. Potential of palm oil mill effluent for growing/Finishing pigs. *Planter(Kuala Lumpur)* 53 : 2 - 9.
- MPA - DCGTX, - 1989. Etude de l'utilisation rationnelle des sous-produits agro-industriels par l'élevage et l'aquaculture. SEDES-IEMVT 10 rue Pierre Curie, 94704 Maison Alfort, France.
- ORSKOV, E.R., HOVELL, F.D. and MOULD, F. - 1980. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.* 5 : 198-213.
- TILLEY, J.M.A., and TERRY, R.A., - 1963. A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18 : 104-101.
- VAN SOEST, P.J., and WINE, R.H., - 1967. Acid detergent fiber determinations of lignin, cellulose, and insoluble ash (silica) and their application to the estimation of digestibility in the summative equation. USDA, Agricultural Research Service, Beltsville, Maryland. P. 1-7.

PARTIE 4

**DISCOURS
ET ALLOCUTIONS**

**4.1. ALLOCUTION D'OUVERTURE
PAR LE Pr. FOUA-BI KOUAHOU
COORDONNATEUR DU SEMINAIRE**

MONSIEUR LE MINISTRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET DE LA CULTURE,

MONSIEUR LE RECTEUR, PRÉSIDENT DE L'AUELF, PRÉSIDENT DU
CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,

MONSIEUR LE DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL DE L'UNIVERSITÉ DES RÉSEAUX
D'EXPRESSION FRANÇAISE,

EXCELLENCES MESSIEURS LES AMBASSADEURS ET LEURS
REPRÉSENTANTS,

MESSIEURS LES DIRECTEURS,

CHERS COLLÈGUES ENSEIGNANTS ET CHERCHEURS,

HONORABLES PARTICIPANTS,

C'est un des privilèges de ma modeste fonction d'être le porte-parole du Comité d'organisation de ce séminaire pour vous souhaiter la plus cordiale bienvenue.

Monsieur le Ministre, en acceptant l'invitation que je vous faisais au nom de mes collaborateurs, vous nous avez donné le gage de la sollicitude sur laquelle nous savons déjà pouvoir compter. Nous vous sommes très reconnaissants d'honorer de votre présence cette cérémonie d'ouverture du séminaire et cela d'autant plus que nous reconnaissons les problèmes qui absorbent vos instants. Je vous en remercie très sincèrement.

Je voudrais au passage vous adresser nos vives félicitations pour votre brillante reconduction ainsi que l'élargissement des activités de votre département au cours du dernier remaniement ministériel.

- Monsieur le Président de l'AUELF,
- Monsieur le Délégué Général de l'AUELF,

Je voudrais tout d'abord vous remercier de la confiance que vous m'avez témoignée en me désignant comme Coordonnateur de l'un des douze programmes initiaux de l'UREF. Cette confiance rejaillit à travers ma modeste personne sur la Communauté Scientifique Ivoirienne, que dis-je, africaine et c'est donc son sentiment de profonde gratitude que je voudrais vous exprimer dans ces quelques mots. Le professeur LABEYRIE Vincent de l'Université de PAU a accepté de prononcer l'allocution d'ouverture. Qu'il en soit sincèrement remercié.

À nos collègues venus de tous les coins du monde, non seulement pour satisfaire leur très naturelle et très légitime curiosité, mais aussi pour nous apporter l'encouragement de la solidarité humaine et le témoignage d'une commune préoccupation, j'adresse le salut dont je voudrais que l'écho dépassât les limites de ce cercle pourtant déjà vaste qui entoure la Post-récolte.

Je veux leur dire aussi qu'ils sont chez eux dans le pays du Président FELIX HOUPHOUET BOIGNY où seule la pluie pourrait les incommoder.

Je dis également merci à tous ceux qui sous les formes les plus diverses nous ont prodigué les témoignages d'une sympathie en retour de laquelle leur est acquise toute notre gratitude. Je veux parler de l'Université Nationale avec à sa tête le Recteur, l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique et son Directeur, le Centre Ivoirien de Recherches Technologiques et son Directeur, l'Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques et son Président, le CTA et son Directeur, Air Afrique et son Directeur général, le CRDI et son Directeur.

Monsieur le Ministre, Excellences Messieurs les Ambassadeurs, Mesdames et Messieurs, l'objet de la réunion de ce matin est encore la Post-récolte. Oui, encore, parce que depuis dix ans au moins, on en parle à travers l'Afrique soit sous forme de Séminaire ou de Symposium, soit sous forme de Colloque, soit sous forme d'Atelier de travail.

En effet, hormis le premier essai de consultation de 1948 organisé par les Anglais pour l'amélioration de la qualité de l'arachide exporté par le Nigéria, il a fallu attendre 1979 en avril à Bamako, puis en novembre à Yaoundé pour entendre parler des problèmes post-récolte à tous les niveaux.

C'est alors une série de réunions internationales qui vont défiler:

- Juillet 1980: séminaire sur l'igname à Pointe à Pitre
- Novembre 1981: réunion sur la réduction des pertes alimentaires au Centre de recherche Africaine en Technologie à Dakar au Sénégal
- Novembre 1983: symposium sur les tubercules à l'ENSA d'Abidjan
- Novembre 1985: colloque international sur les légumineuses à Niamey au Niger
- Février 1987: séminaire sur les préventions des pertes alimentaires après récolte en Afrique à Lomé au Togo
- Février 1988: colloque sur la conservation et la transformation des céréales en régions chaudes à N'gaoundéré au Cameroun.

Comme vous le voyez, la liste des réunions est déjà assez longue. Et pourtant on considère que les pertes post-récolte des denrées sont encore considérables en Afrique. A la vérité, on ne sait pas toujours très bien à quel niveau de la chaîne se trouve le mal.

Le problème à mon sens est le manque d'une relation commune de la production à la consommation entre les structures, les techniques en relation avec le milieu dans lequel nous vivons. Il faut donc identifier et procéder à une analyse de tous les problèmes en vue d'élaborer une stratégie adéquate pour lever tous les obstacles dans le secteur post-récolte.

Pour cela, nous allons faire le point sur les denrées vivrières les résultats acquis et les efforts en cours en vue d'une meilleure rationalisation des facteurs post-récolte en Afrique.

Il nous faudrait également dégager des éléments de stratégie et des axes de programmes thématiques susceptibles d'applications des technologies post-récolte performantes et adaptées aux conditions écologiques et socio-économiques locales.

Enfin, le séminaire doit être le point de départ des échanges et des liens coopératifs intégrant les volets recherche-développement, information-documentation, formation, vulgarisation, démonstrations technologiques.

Chers collègues, la tâche qui nous attend est donc énorme. Elle demande pour sa réalisation, une organisation nationale qui sera la cellule de base susceptible de coordonner le problème au niveau de chaque État.

Les cellules devraient s'organiser en structure supranationale pour des régions d'écologies semblables. Enfin, au sommet on pourrait imaginer une structure continentale.

Voilà, Monsieur le Ministre, Excellences Messieurs les Ambassadeurs, Mesdames, Messieurs, Chers Collègues, le message du Comité d'Organisation au nom duquel je vous dis une fois de plus merci d'être venus à notre Séminaire.

4.2. ALLOCUTION DE MONSIEUR LE RECTEUR BAKARY TIO-TOURE

**MONSIEUR LE MINISTRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET DE LA CULTURE,**

**MONSIEUR LE DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL DE L'UNIVERSITÉ
DES RÉSEAUX D'EXPRESSION FRANÇAISE,**

**EXCELLENCES MESSIEURS LES AMBASSADEURS OU
LEURS REPRÉSENTANTS,**

MESSIEURS LES DIRECTEURS,

CHERS COLLÈGUES ENSEIGNANTS ET CHERCHEURS,

HONORABLES PARTICIPANTS.

L'Université Nationale de Côte d'Ivoire est heureuse de souhaiter la bienvenue à tous les participants à ce séminaire sur la Post-récolte.

Je voudrais surtout remercier tous les collègues enseignants et chercheurs qui sont venus des pays frères et amis pour partager avec nous quelques jours de réflexion sur les problèmes de conservation et de stockage de nos productions agricoles.

L'Université Nationale de Côte d'Ivoire, avec ses 20,000 étudiants encadrés par plus de 850 enseignants, possède au sein de sa faculté des sciences et techniques, un département de botanique et de biologie végétale.

Cette structure mène depuis une décennie des travaux de recherche sur les plantes alimentaires à tubercules et racines et notamment sur l'igname, le manioc et le taro. Les problèmes de la Post-récolte chez ces plantes tropicales sont d'une très grande importance. En effet, les pertes après récolte sont évaluées à plus de 20% pour l'igname.

C'est dire combien notre Université se réjouit de la tenue de ce séminaire.

Nous savons tous que la Post-récolte dans la chaîne de production agricole se situe en aval. Les problèmes soulevés ici sont ceux de la conservation et du stockage.

Pour les pays en voie de développement, il faut certes maîtriser cette étape. Elle est aujourd'hui primordiale pour nos agriculteurs.

Toutefois, dans les décennies à venir, il conviendrait d'aller au-delà pour arriver à la phase de transformation des productions agricoles tropicales. L'exemple du Bonfoutou en Côte d'Ivoire indique la voie à suivre pour les autres denrées alimentaires.

Pour atteindre cet objectif, les pouvoirs publics et privés devraient investir davantage dans la formation et dans la recherche.

Je souhaite à tous un bon séjour dans notre pays et beaucoup de succès dans vos travaux. Je vous remercie.

**4.3. INTERVENTION DE
MONSIEUR JACQUES BRETTEVILLE
REPRÉSENTANT DE L'AUELF**

MONSIEUR LE MINISTÈRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE
LA CULTURE,

MONSIEUR LE RECTEUR, PRÉSIDENT DE L'AUELF,

PRÉSIDENT DU CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,

MONSIEUR LE DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL DE L'UNIVERSITÉ DES RÉSEAUX
D'EXPRESSION FRANÇAISE,

EXCELLENCES MESSIEURS LES AMBASSADEURS ET LEURS
REPRÉSENTANTS,

MESSIEURS LES DIRECTEURS,

CHERS COLLÈGUES ENSEIGNANTS ET CHERCHEURS,

HONORABLES PARTICIPANTS,

Qu'il me soit permis ici de vous dire combien il m'est agréable de participer à cette séance d'ouverture du Séminaire international sur la post-récolte en Afrique, organisé dans le cadre du programme pluridisciplinaire "Amélioration des systèmes post-récolte" de l'Université des Réseaux d'Expression Française avec le concours de l'Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques, l'École Nationale Supérieure Agronomique d'Abidjan et l'Université Nationale de Côte d'Ivoire.

Il y a maintenant un peu plus de deux ans que l'Association des Universités partiellement ou entièrement de langue française (AUELF) lors de son Assemblée générale de Marrakech, créait l'Université des Réseaux d'Expression Française (UREF). Cette initiative faisait suite à l'adoption par le Sommet des Chefs d'Etat et de Gouvernement des pays ayant en commun l'usage du français réuni à Québec en septembre 1987 de ce qui n'était alors qu'un projet.

Le mandat que les Sommets ont donné à l'AUELF par la mise en place de l'UREF est le développement de l'espace scientifique francophone.

Ainsi, devons-nous faire face à de nombreuses exigences dont les plus importantes sont sans contexte celles du développement et de l'identité culturelle.

En matière de développement, la Francophonie doit intégrer des situations très contrastées. Regroupant des pays comptant parmi les plus riches et les plus déshérités, les moins développés du monde, elle risque l'éclatement. Sa seule chance, c'est une action volontariste des Etats en faveur du co-développement afin de réduire l'écart entre les pays du Nord et du Sud.

On ne peut imaginer réduire les écarts économiques entre ces pays sans travailler à combler le fossé qui les sépare en matière scientifique et technologique. Il nous appartient en nous fondant sur le partage des idées, des connaissances des techniques que favorise une langue commune, de multiplier les échanges Nord-Sud et Sud-Sud. C'est une condition sine qua non de l'émergence scientifique internationale de l'Afrique, des Caraïbes et de l'Océan Indien.

L'enjeu du développement scientifique est particulièrement dramatique pour les pays du Sud, car pour n'être pas définitivement marginalisés, ils doivent être capables d'acquérir la maîtrise des sciences et des technologies et de conquérir leurs capacités d'innovation.

C'est une première raison de la priorité qui doit être la nôtre de développer l'organisation de l'espace scientifique et technologique en langue française.

Il faut également et c'est un second défi, recréer ou renforcer les courants d'échanges entre les Communautés scientifiques francophones d'Europe (France, Belgique, Suisse) et entre ces dernières et la Communauté scientifique du Canada qui tendent, ces dernières années à se tourner exclusivement vers des ensembles plus vastes, plus proches, que sont l'Europe et l'Amérique du Nord.

Il faut encore préserver cette langue française, qui est notre patrimoine, l'expression principale de l'identité francophone et le ciment de notre union.

Il convient à cet égard d'être particulièrement clair: pour que vive la francophonie, il faut que le français demeure une grande langue de communication internationale, ce qui n'est possible que s'il s'impose comme l'un des principaux véhicules de la science et de la technologie.

Nous sommes aujourd'hui confrontés à un véritable paradoxe: alors que l'on commence à prendre conscience que la francophonie scientifique est indispensable à la francophonie dans son ensemble, la communauté scientifique francophone délaisse de plus en plus l'expression française au profit de l'anglais.

L'exemple des annales de l'Institut Pasteur est particulièrement affligeante. Mais n'oublions pas que de nombreuses rencontres scientifiques imposent l'usage exclusif de l'anglais même s'ils se déroulent dans des pays de langue française alors qu'une partie importante de leurs participants parlent cette langue. On ne pourra se passer de l'adhésion des hommes de sciences. Pour ceci, il nous faut viser la modernité et l'excellence. Nous nous devons de créer un élan et mobiliser la communauté scientifique francophone et permettre aux chercheurs de délivrer leur message de progrès en français.

- C'est dans un authentique esprit de partenariat garantir aux pays du Sud francophone la possibilité d'utiliser avec la langue française, leur principale clef d'accès à la modernité.

- C'est aussi préserver une certaine approche francophone de la science dans la mesure où la langue est le support de la pensée en même temps qu'un outil de communication, toute science conserve en effet l'empreinte de la culture d'où elle émerge.

- C'est enfin assurer, à terme, l'émergence des autres langues par le refus de l'uniformisation et l'affirmation du pluralisme linguistique, y compris dans les secteurs porteurs de l'innovation et de la créativité. La promotion du français favorise ainsi, à l'évidence, celle du multilinguisme en Europe, en Amérique et bien sûr en Afrique.

Nous devons aux Sommets des Chefs d'Etat et du Gouvernement de Paris, de Québec et plus récemment de Dakar, d'avoir permis à la communauté francophone de prendre conscience de ces enjeux. Plus encore, ils ont doté cette francophonie modernisée et tournée vers l'avenir, de nouveaux outils.

Opérateur multilatéral privilégié des Sommets, pour l'enseignement supérieur et la recherche, mis en oeuvre au sein de l'AUPELF, l'Université des Réseaux d'Expression Française est l'un de ces outils.

C'est essentiellement à elle qu'il revient de consolider et d'animer l'espace scientifique francophone. A cette fin, elle doit opérer la synthèse de plusieurs exigences:

- multiplier et resserrer les liens de solidarité au sein de la communauté scientifique d'expression française,
- exploiter ces liens, en priorité au bénéfice des pays du Sud,
- favoriser l'excellence scientifique,
- promouvoir le français comme langue d'expression scientifique.

Vous l'aurez compris, l'UREF doit agir dans le cadre d'une politique contractuelle. C'est la raison pour laquelle nous nous devons de présenter régulièrement l'état d'avancement de nos actions devant le Comité international du suivi qui juge, évalue et vérifie que ces actions sont bien en accord avec les orientations définies par le Sommet.

Douze grands programmes en 1988, quinze en 1989. En 1990, selon les décisions du Sommet ce sont vingt grands programmes qui sont développés; ces programmes s'articulent dans un esprit de cohérence et de synergie autour de trois axes mobilisateurs: l'information scientifique et technique, les réseaux d'échange et la gestion multilatérale.

L'IST circule mal entre le Nord et le Sud notamment parce que les moyens mis en oeuvre sont insuffisants ou inadaptés. Les neuf programmes d'IST visent tous le même objectif, maintenir et développer l'édition et la diffusion la plus large possible de tous les supports d'IST en langue française qu'ils soient écrits ou informatiques. Au travers de la collection "Université francophone" nous favorisons la réalisation et la diffusion de manuels universitaires d'ouvrages de références de 3ième cycle vendus à moitié prix dans les pays du Sud. Actuellement, cette collection comporte une vingtaine de titres dans les domaines de la santé, du droit, de la gestion des biotechnologies et des études françaises. C'est également dans cette collection que paraissent les actes des Journées Scientifiques de l'UREF dans la série "Actualités Scientifiques".

Vient de paraître le numéro zéro d'une nouvelle revue "Sécheresse". Cette revue transdisciplinaire vise à faire circuler l'information entre les spécialistes de différentes disciplines. Ce n'est pas là une tâche aisée car il nous faut concilier à la fois la facilité de lecture et la rigueur scientifique. Voilà un défi que nous voulons pouvoir espérer maîtriser. Je profite de l'occasion ici offerte pour vous lancer un double appel: vous êtes dans votre domaine des spécialistes qui pouvez par des propositions d'articles enrichir cette revue, mais aussi vous êtes un relai indispensable pour la faire connaître et aider à sa diffusion.

IST écrite, mais aussi sur support informatique que ce soit sur disque compact à mémoire fixe (DCMEF) ou le vidéodisque qui peuvent être le support de contenus d'informations de type banques de données, documents primaires, banques d'images, de logiciels d'assistance à l'enseignement.

Mais ne nous limitons pas à la seule création de l'IST. Les programmes de diffusion tels le viatique destiné aux étudiants entrant dans la vie active, un livre par étudiant, bibliothèques minimales sont très appréciés des universités du Sud.

Le lien privilégié pour l'IST dans les universités sont les bibliothèques, outre le programme bibliothèque minimale, nous les aidons également au travers de réseaux documentaires à favoriser leur action pour l'acquisition, l'échange de l'IST, mais aussi l'interrogation de banques de données par le système vidéotex, pour lequel le premier stage de formation à l'utilisation de cette technique a été organisé à l'ENSUT.

L'UREF favorise l'échange dans le monde universitaire et de la recherche francophone. Pour ce faire, elle a mis en place les réseaux thématiques de recherche partagée, les programmes pluridisciplinaires ainsi que les programmes spécifiques favorisant la formation. Sept réseaux thématiques fonctionnent depuis 1988, deux autres seront mis en place en 1990. Ces réseaux qui regroupent des chercheurs, des équipes, des laboratoires ont pour but d'agir dans des domaines prioritaires de recherche pour le développement et la modernité. Ils ont pour but de favoriser les échanges par le financement de stages et de missions. Ainsi, permettons-nous à des équipes francophones de confronter leur pratique de la recherche et d'aider les meilleures équipes du Sud à se hisser vers l'excellence pour une reconnaissance internationale.

Ces réseaux thématiques ont également pour but d'organiser des Journées Scientifiques de haut niveau sur les thèmes retenus comme prioritaires. Parce qu'ils sont constitués des meilleurs spécialistes francophones et que la recherche est à la base même du transfert des connaissances, les réseaux sont les partenaires privilégiés pour la réalisation de manuels, d'ouvrages, de monographies, des contenus de nouveaux supports, du programme d'édition de l'UREF.

Quatre programmes pluridisciplinaires sont également mis en place dont "l'amélioration des systèmes post-récolte" parce que certains problèmes de développement doivent mettre en relation différentes disciplines, différentes techniques, comme c'est le cas de la post-récolte, nous avons voulu favoriser le développement de ces coopérations interdisciplinaires dans le but d'oeuvrer vers un objectif bien défini. Ainsi le physiologue, l'entomologiste, le toxicologue, les techniciens spécialisés dans la conception de silos, de greniers, dans la transformation des produits et jusqu'à leur commercialisation agiront ensemble sans méconnaître ce que fait l'autre et ceci dans le domaine de la recherche partagée mais surtout dans celui de la formation. À l'heure actuelle, existent des écoles d'agronomie, des formations universitaires qui conduisent souvent à des spécialisations très avancées. Nous pensons qu'il est nécessaire, si l'on veut que

ces ingénieurs, techniciens puissent acquérir une formation de haut niveau, leur permettre d'embrasser l'ensemble des problèmes qui seront les leurs lorsqu'ils entreront dans la vie active. Voilà une orientation qui nous semble prioritaire, pour le programme post-récolte. Pour ceci, nous sommes prêts à encourager la mise en place, tout particulièrement dans les écoles, d'année de formation post-ingénieurs ou post-techniciens. Ces centres bénéficieront alors de financement pour leur donner les moyens de mener à bien ces formations. Aussi, les aiderons-nous au niveau de la fourniture de documentation, au niveau des échanges et de la production d'information scientifique. Nous apprécierons leurs efforts en favorisant la recherche partagée afin qu'ils deviennent des piles d'excellence. Vous avez, durant ces journées, l'occasion, grâce à votre expérience, de faire des recommandations qui iraient dans ce sens.

L'UREF c'est aussi la formation. Les futures élites, les enseignants et les chercheurs doivent être formés dans les meilleures conditions, au plus haut niveau, et avoir un accès égal au savoir donc aux moyens d'y parvenir, au Sud comme au Nord.

C'est pourquoi, l'UREF a mis en oeuvre des programmes d'appui aux formations de plus haut niveau, notamment un programme de bourses d'excellence grâce auquel des chercheurs post-doctoraux, du Nord comme du Sud, peuvent enrichir leurs connaissances et leur formation dans des laboratoires d'autres pays francophones.

C'est dans le même esprit qu'a été créé, cette année, le programme CIME qui, à l'instar des programmes européens ERASMUS et COMETT, favorise les échanges d'étudiants de 2ème et 3ème cycles et leur permet de suivre, dans d'autres universités de la francophonie, des études qui seront validées dans leur pays d'origine.

Pour renforcer les 3èmes cycles d'université, comme pour favoriser la diffusion dans l'espace francophone des savoirs et des savoir-faire au plus haut niveau, l'UREF met également en oeuvre des programmes de formation à distance par satellite, UNISAT (Université et satellite) qui s'adressent aux universités et aux entreprises.

De même, l'UREF aide à la mise en place de filières francophones d'enseignement nécessaires au développement, et de cursus co-disciplinants associant des universités du Nord comme du Sud, en s'appuyant sur les conférences internationales des directeurs d'établissements, étroitement liées à l'UREF et qui recouvrent actuellement la quasi totalité des grandes disciplines.

La francophonie scientifique doit aussi s'ouvrir aux ressources intellectuelles en provenance de pays situés en dehors de l'aire géographique francophone. Elle doit en accroître l'efficacité et le rayonnement.

Les enseignants et chercheurs de cette "francophonie de l'extérieur" doivent pouvoir participer à la vie scientifique francophone. C'est pourquoi l'UREF se propose de former des scientifiques de pays non francophones, en français, et de les intégrer à ses programmes en tant que correspondants ou chercheurs associés.

Le conseil scientifique a recommandé que des efforts plus particuliers soient conduits vis-à-vis de certains pays anglophones de l'Afrique subsaharienne, ainsi que de pays d'Amérique centrale ou du Sud. Voilà bien la marque de la volonté multi-culturelle qui nous anime.

L'UREF, Université sans murs est une idée neuve, et comme toute idée neuve, elle suscite des interrogations, des doutes, voire des hostilités. Cependant les nombreux témoignages que nous recevons et tout particulièrement des Universités du Sud nous prouvent que nous allons dans la bonne voie. Tout comme l'Université des Nations-Unies, elle a son Conseil d'Université, son Conseil Scientifique, elle développe ses programmes de formation et de recherche dans un cadre multilatéral.

Elle a son exécutif, aujourd'hui un Délégué Général. Gageons qu'à sa prochaine Assemblée Générale, l'AUPELF qui doit modifier ses statuts nommera un Recteur à la tête de l'UREF.

Mesdames et Messieurs les séminaristes, je voudrais souhaiter plein succès pour vos travaux au cours de ces journées qui j'en suis sûr, seront riches d'échanges d'expériences et d'informations.

Je ne voudrais pas terminer sans remercier les organismes qui par leur aide ont permis l'organisation de ce séminaire: le CTA et le CRDI qui sont intervenus financièrement par la prise en charge de certains d'entre vous, le Centre Ivoirien de Recherches Technologiques, l'Association Ivoirienne des Sciences Agronomiques et leurs membres qui par leur dévouement ont permis la bonne organisation de ces journées.

**4.4. DISCOURS D'OUVERTURE
DU PR. ALASSANE SALIF N'DIAYE
MINISTRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
ET DE LA CULTURE DE CÔTE D'IVOIRE**

EXCELLENCE MESSIEURS LES AMBASSADEURS,

MONSIEUR LE RECTEUR, PRÉSIDENT DE L'AUELF, PRÉSIDENT DU
CONSEIL DE L'UNIVERSITÉ,

MONSIEUR LE DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL DE L'UREF,

MESSIEURS LES PRÉSIDENTS ET DIRECTEURS,

MESDAMES ET MESSIEURS LES CHERCHEURS,

CHERS AMIS, MESDAMES ET MESSIEURS LES SÉMINARISTES,

Le séminaire qui s'ouvre ce matin, à l'initiative de l'AUELF/UREF, invite chercheurs, techniciens et administrateurs du développement agricole à focaliser la réflexion sur l'une des plaies du développement global de notre continent: la post-récolte.

Vous êtes donc ici réunis, experts scientifiques, représentants d'organismes nationaux de recherche et de développement, responsables d'organisations internationales et praticiens du secteur Post-récolte, à la faveur de l'une des actions très judicieuses que conduit depuis quelques années l'AUELF/UREF.

C'est, pour notre association francophone, beaucoup de mérite qui nous vient de la sagacité de ses responsables, le Président de l'AUELF d'une part, le Délégué Général de l'UREF d'autre part qui, ensemble, ont choisi d'utiliser l'instrument de coopération pour construire concret.

Et nous africains francophones, qui sommes trop souvent et trop longtemps sevrés d'échanges fructueux dans le cours de la Science mondiale, apprécions à sa juste valeur l'événement. Que tous ceux qui en ont été les artisans trouvent ici l'expression de la gratitude, et du Gouvernement ivoirien et de l'ensemble de la Communauté Scientifique Francophone d'Afrique.

Vous aurez donc, Mesdames et Messieurs les chercheurs à échanger sur un secteur capital pour nos économies basées essentiellement sur l'agriculture, elle-même orientée depuis une décennie sur le développement des cultures vivrières.

Le débat sur les pertes post-récolte, puisqu'il s'agit de celui-là, est déjà ancien et bien des forums y ont consacré à la fois leurs analyses, expertises et recommandations.

Si le débat néanmoins reste d'actualité brûlante, c'est sans doute parce qu'il ne serait pas exagéré de constater encore aujourd'hui, que l'Afrique souffre plus que jamais des énormes déperditions qui rendent exangues son agriculture vivrière.

C'était en effet hier l'OUA, au moment de l'élaboration du Plan d'Action de Lagos qui stigmatisait le fléau. Et nous étions en 1980.

Ce furent ensuite la Conférence Régionale de la FAO à Yamoussoukro en 1986, puis la CEA et la FAO, associés à la GTZ allemande en 1987, qui toutes, formulèrent des recommandations pertinentes pour essayer de dresser des digues contre un phénomène lié à des causes multiples, phénomène qui semble aller en s'amplifiant.

L'AUPELF et l'UREF s'inquiètent et nous devons leur en être reconnaissants. Trois ans après Lomé, ils nous exhortent à maintenir les consciences éveillées; mieux, à agir et vite.

Il s'agira donc de faire à Abidjan un bilan. Hélas, nous présumons que celui-ci sera triste voire défavorable.

Et, parce que partout en Afrique les braves populations s'acharnent à produire plus, dans certains cas à produire mieux, vous établirez que pour les principales spéculations vivrières, singulièrement les céréales et les tubercules, depuis le champs jusqu'à la consommation, les déchets et pertes de toute nature ne font que s'accroître.

Mais, a-t-on ouvert les yeux sur toutes les causes des énormes pertes post-récolte?

Sont ici interpellés les Chercheurs africains qui sont certes des spécialistes de l'amélioration de la productivité comme des systèmes post-récolte, mais aussi des responsables et de véritables acteurs du développement.

Ces systèmes post-récolte constituent un chaînon dont certains maillons existent et sont aujourd'hui bien identifiés. D'autres, à notre sens, se révèlent occultes.

Car, nous produisons plus. Or et vous le constaterez en Côte d'Ivoire, nos bords de champs, les bords de toutes nos routes, nos marchés et nos entrepôts regorgent de bananes, d'igname, de manioc, de maïs, de fruits et légumes!

Or nous avons toujours demandé à nos amis, dans le cadre de la coopération, de nous ouvrir les portes de la conservation et de la transformation selon les technologies modernes, d'abord, dans la formation d'hommes et de femmes scientifiquement armés pour ces secteurs, et ensuite dotés d'infrastructures de recherche adéquates susceptibles d'assurer la sauvegarde de nos surplus en créant des plus-values à nos productions.

Conserver et transformer le maïs en Côte d'Ivoire, aurait permis, en plus de la Côte d'Ivoire, d'être solidaire du Sahel en lui apportant de la nourriture.

Mais le Sahel aujourd'hui reçoit du blé et du maïs subventionnés en provenance d'ailleurs qui du Continent qui peut et qui en produit.

Conserver, transformer et distribuer le manioc sur place, aurait créé en Afrique une solidarité de marché entre Africains.

Conserver, transformer et commercialiser dans toute l'Afrique l'igname, la banane, le riz, les fruits et agrumes, éloigneraient sans doute de l'Afrique les affres de la malnutrition et de la faim.

Les pertes post-récolte existent partout, dans le monde et sous toutes les latitudes. Leurs proportions en Afrique sont énormes et vous en parlerez.

Leurs causes, nous le disons tant, sont multiples et beaucoup d'entre elles sont déjà diagnostiquées et l'Afrique les prend en compte.

Mais l'Afrique, depuis des décennies a formé des femmes et des hommes, sur toute la filière, depuis la production jusqu'à la commercialisation et à la consommation. Cela procède d'abord de l'effort national, appuyé ensuite par l'esprit de coopération. Et, dans mon pays, les exemples qui viennent de l'Université avec ses départements de Biologie et Physiologie animale, de Botanique et de Biologie végétale, de Biochimie; de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique, de l'Institut des Savanes, du Centre Ivoirien d'Etudes Economiques et Sociales, de l'Institut d'Ecologie Tropicale, du Centre Ivoirien de recherches Technologiques, sont à cet égard édifiants.

Mais, installés que nous sommes dans la mentalité qui veut que nous ne soyons, en Afrique, que des développeurs de matières premières, nous nous trouvons depuis et en vérité, face au mur qui nous interdit la transformation de nos productions.

Cela est vrai pour les cultures de rente, celles qui devaient nous procurer, en permanence, s'il y avait un ordre économique basé sur la justice, les devises nécessaires à notre développement.

Mais si pour le café, le cacao, le caoutchouc pour ne citer que ceux-là, les pertes post-récolte sont relativement faibles, c'est à des niveaux situés entre 30 et 70% que celles-ci portent sur les cultures vivrières.

Certes les rongeurs, les oiseaux, les insectes et les champignons adorent le riz et les autres céréales; l'igname et les autres tubercules, la banane et les autres fruits.

Mais n'est-il pas possible aujourd'hui d'aider les Africains qui aiment tout cela, qui en produisent suffisamment, à se nourrir eux aussi, sans tendre la main et sur la base de leurs efforts réels?

Certes notre climat tropical, son soleil, sa chaleur et son humidité célèbrent la vie des micro-organismes. Mais la science et les techniques qui savent:

- valoriser les technologies traditionnelles de conservation,
- appliquer en maîtrisant les traitements phytosanitaires,
- user de l'atmosphère contrôlée ou des rayonnements ionisants,

Sont-elles réellement à notre portée, elles qui offrent quelques solutions efficaces à ces problèmes cruciaux?

Il y a peut-être des problèmes démographiques! Mais l'Afrique n'a-t-elle pas suffisamment de bras et de terres pour produire autant et plus qu'en ont besoin ses populations si justement la science et les techniques lui étaient ouvertes, lui étaient accessibles?

Et ce sera ma conclusion. Elle reprend une invite du Président Félix HOUPHOUET-BOIGNY lancée au premier sommet de la Francophonie à Paris, en février 1986.

“L'Afrique, disait notre illustre Président, a faim de science et de techniques, a faim de savoir. Aidez-la à former ses fils et ses filles afin qu'ils puissent, sur place, transformer tout ou partie de leurs matières premières qui sont immenses”.

C'est la vérité du sage. C'est vraiment de cela dont nous avons besoin: de science et de techniques.

Et c'est avec cette vérité que je voudrais déclarer ouvert le séminaire AUPELF/UREF consacré à la Post-récolte en Afrique.

Je vous remercie.

**4.5. DISCOURS DE FIN DU SEMINAIRE
DU PR. FOUA-BI K.
COORDONNATEUR DU SEMINAIRE**

MESSIEURS LES MINISTRES,

EXCELLENCES MESSIEURS LES AMBASSADEURS,

MONSIEUR LE REPRÉSENTANT DE L'AUEPLF,

MESSIEURS LES DIRECTEURS,

MESDAMES ET MESSIEURS LES CHERCHEURS,

CHERS AMIS SÉMINARISTES,

En prenant la parole à cette même tribune le lundi 29 janvier 1990, j'avais souligné la nécessité de faire un bilan de toutes les actions menées à ce jour sur la Post-récolte.

Le rapport général qui vous a été lu résume parfaitement la situation que nous avons analysé depuis les quatre journées de travail. Mon intention n'est donc pas de reprendre ce qui est dit et bien dit.

Je voudrais en tant que président du Comité d'Organisation de ce séminaire, donner mon sentiment sur cette réunion et surtout faire état des réflexions du Comité Scientifique dont je suis le coordonnateur.

Mais avant, permettez que je salue en notre nom à tous Messieurs les Ministres de l'Agriculture et des eaux et forêts et de la recherche scientifique qui malgré leurs lourdes tâches et les multiples sollicitudes dont ils font l'objet, ont accepté de venir passer quelques instants avec nous.

Soyez sincèrement remerciés Messieurs les Ministres de cette marque de sympathie et soyez assurés en conséquence de notre respectueuse gratitude.

Je voudrais au passage, remercier tous les amis du Comité d'Organisation et du Secrétariat qui n'ont ni ménagé leur temps, ni leur force pour la réussite totale de la rencontre.

Messieurs les Ministres, la première constatation que l'on fait aujourd'hui, c'est contrairement à ce que présumait Monsieur le Ministre de la Recherche Scientifique et de la Culture un bilan positif: en effet, suite à la prise de conscience des gouvernements depuis le plan

de Lagos en 1980 et la réunion des Ministres de 1981, des moyens plus importants ont été dégagés par-ci, par-là, et la conséquence la plus frappante est d'abord l'institution des programmes sur la post-récolte et son corollaire, l'augmentation du nombre des chercheurs dans le domaine: de quelques chercheurs à Yaoundé en 1979, on a enregistré à Abidjan 72 inscrits en dehors des Ivoiriens et contrairement à Yaoundé où beaucoup avaient un statut d'observateur, ici tous ont proposé un thème à exposer sur leur programme de recherche. Donc en plus de la quantité, nous avons enregistré la qualité. C'est la raison pour laquelle nous avons dû sélectionner seulement deux experts par pays compte tenu des moyens mis à notre disposition.

À la suite des différents exposés et des débats qui ont suivi, je peux vous assurer que le séminaire a été une réussite au plan des échanges entre spécialistes de différents pays, il a aussi permis de mettre en évidence plusieurs données scientifiques et technologiques notamment:

- la nécessité d'évaluer de façon précise les pertes post-récolte, autrement dit des normes doivent être établies afin que les uns et les autres se comprennent désormais.
- ensuite, contrairement à l'idée que nous avions en 1979, les pesticides ne semblent plus être la seule solution possible de combattre les parasites: une nette tendance se dessine aujourd'hui dans plusieurs pays pour l'utilisation des plantes indigènes.

Est-ce l'effet de la crise qui force le chercheur africain à retourner aux sources? Je ne crois pas car le séminaire s'est prononcé clairement pour la valorisation des techniques traditionnelles et la mise en place de structures de capacités moyennes au niveau des villages, ce qui permettraient aux paysans regroupés de contrôler la commercialisation de leurs stocks et qui éliminent les intermédiaires.

- au niveau de la transformation et de la mécanisation, le souci de libérer le paysan des contraintes artisanales a, semble-t-il guidé les experts dans leur option.
- au niveau technologique, une tendance se dessine nettement pour la recherche de la compréhension des processus traditionnels de transformation du manioc. Elle devrait aboutir, si ce n'est déjà fait, à la mise au point de technologies modernes.

En dehors de ces contrastes, des besoins ont été exprimés: c'est par exemple, l'édition de manuels didactiques, la formation à un niveau supérieur sur la post-récolte: il semble que le niveau des pertes, très élevés dans les magasins de grande capacité, est le fait du manque de formation adéquate du personnel.

La connaissance de la flore mycologique qui engendre des mycotoxines à l'origine souvent hélas de la mort apparemment sans raison au niveau du paysan fait jour. La prise en compte de la composante sociologique a été également exprimée.

Il est donc clair qu'un grand pas a été déjà fait dans la post-récolte. Je me réjouis personnellement d'y avoir participé, car en tant que membre du Comité inter-africain de technologie post-récolte, j'étais au cœur du colloque organisé à Abidjan sur les tubercules, de celui de Niamey sur les légumineuses et de celui de N'gaoundéré au Cameroun sur les céréales. Le comité auquel j'appartenais s'est également retrouvé au Burkina Faso et en République Centrafricaine.

Aujourd'hui, en tant que responsable du Comité Scientifique et avec la permission de mes collègues membres du Comité Scientifique international, je peux dire que des propositions sont déjà faites et vont être soumises au Comité Exécutif de l'UREF.

Ainsi, en matière de formation, le projet de création d'un DEA à l'Université Nationale d'Abidjan en relation avec l'ENSA de Yamoussoukro en vue de la formation de spécialistes en post-récolte est en cours.

- Un projet de manuel sur la post-récolte devrait voir le jour en 1991.
- Une réunion scientifique sur l'utilisation des plantes indigènes dans la protection des produits stockés est projetée pour début 1992 à Brazzaville.

Quant aux quatre aspects soulignés, une rencontre prochaine du Comité déterminera les principaux axes de recherche qui seront soumis à la Communauté Scientifique internationale francophone sous forme d'appels d'offres à la recherche partagée. Les dossiers regroupant des équipes du Nord et du Sud seront retenus comme cela s'est passé l'année dernière.

Vous voyez Messieurs les Ministres, Excellences Messieurs les Ambassadeurs, mes chers amis, que les actions vont continuer en se précisant et je me réjouis à l'idée peut-être qu'un jour viendra où les préoccupations des paysans africains en matière de post-récolte seront amoindris par l'action conjuguée des chercheurs du Nord et ceux du Sud par l'entremise de l'UREF.

C'est sur cette note d'espoir que je voudrais remercier une fois de plus Monsieur le Ministre de la Recherche Scientifique et de la Culture, Monsieur le Ministre de l'Agriculture et des Eaux et Forêts, qui il est vrai, sont impliqués étroitement dans la post-récolte, mais qui malgré leurs nombreuses occupations ont fait le déplacement à la cérémonie de clôture.

Je voudrais leur demander de bien vouloir transmettre à son Excellent Félix HOUPHOUET-BOIGNY, Président de la République de Côte d'Ivoire, nos remerciements les plus respectueux pour avoir autorisé l'organisation de ce séminaire en Côte d'Ivoire. Je voudrais aussi remercier leurs Excellences Messieurs les Ambassadeurs pour leur présence assidue à nos assises. Nous fondons nos espoirs sur eux pour transmettre à leurs gouvernements respectifs, des projets en vue de les préparer favorablement aux demandes des chercheurs.

Quant à vous chers amis, je vous souhaite un bon retour dans vos foyers respectifs en espérant que vous avez passé un bon séjour à Abidjan.

Je vous remercie.

**4.6. ALLOCUTION DE CLÔTURE DU
MINISTRE DE L'AGRICULTURE
ET DES EAUX ET FORÊTS
MONSIEUR VINCENT PIERRE LOKROU**

MONSIEUR LE MINISTRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE LA
CULTURE ET CHER COLLÈGUE,

EXCELLENCE MESSIEURS LES AMBASSADEURS,

MONSIEUR LE REPRÉSENTANT DE L'ASSOCIATION DES UNIVERSITÉS
PARTIELLEMENT OU ENTIÈREMENT DE LANGUE FRANÇAISE,

MONSIEUR LE COORDONNATEUR DU COMITÉ SCIENTIFIQUE, PRÉSIDENT
DU COMITÉ D'ORGANISATION DU SÉMINAIRE,

MESDAMES ET MESSIEURS LES SÉMINARISTES,

J'ai ressenti un réel plaisir et un grand honneur en recevant votre invitation à co-présider, avec mon collègue et frère le Professeur ALASSANE SALIF N'DIA YE, les travaux de votre séminaire dont le sujet constitue une préoccupation de tous les jours du Ministre de l'Agriculture que je suis; aussi, ai-je regretté de n'avoir pas pu m'associer à vous à l'ouverture de ceux-ci ayant été retenu ailleurs par des obligations urgentes de service. Je me réjouis par conséquent d'être parmi vous cet après-midi pour examiner ensemble un jalon supplémentaire dans la résolution de l'épineux problème de l'approvisionnement alimentaire de nos pays.

Quatre jours durant, vous vous êtes penchés, Mesdames et Messieurs, chercheurs et universitaires venus d'Afrique, d'Europe et du Canada, sur la situation difficile de la préservation des denrées alimentaires dans les différentes régions d'Afrique et des îles de l'Océan Indien. Vous avez fait le point des recherches dans ce domaine en vue de réduire les pertes considérables que subissent nos productions alimentaires entre le moment de la récolte et celui de la consommation et dégager les solutions disponibles pour les utilisateurs, les axes de travail et les perspectives en la matière.

Au moment où l'Afrique se débat dans une des crises économiques et financières les plus aigues de son histoire contemporaine, la question alimentaire devient une préoccupation majeure, un défi à relever absolument si nous voulons donner une chance à nos peuples de subsister ou simplement de conserver leur dignité d'hommes et de femmes libres en assurant

par eux-mêmes l'essentiel de leur nourriture. L'Afrique naguère autosuffisante pour son alimentation est aujourd'hui obligée de recourir à des importations alimentaires de plus en plus importantes. Ses importations de céréales sont en effet, passées de 10 millions à 30 millions de tonnes au cours des vingt dernières années.

L'Afrique se trouve être par ailleurs une des principales bénéficiaires de l'aide alimentaire internationale.

Il faut par conséquent dans nos différents pays, accorder une priorité absolue aux productions vivrières à une période où la spéculation boursière inqualifiable et les pratiques injustes et inhumaines qui gouvernent le marché international des matières premières entraînent une réduction telle de nos recettes d'exportation que nous ne pouvons plus nous offrir de consacrer nos maigres ressources en devises à des importations alimentaires onéreuses;

Nous sommes convaincus en Côte d'Ivoire, comme nous l'enseigne le Président Félix HOUPHOUET-BOIGNY que "le défi de l'an 2000 sera d'abord et avant tout celui de la nourriture des hommes" et singulièrement ceux d'Afrique. Il nous faut donc produire davantage de riz, de banane, etc..., mais également et surtout mieux sauvegarder ce que nous produisons déjà, en limitant les pertes occasionnées par les déprédateurs de toutes sortes, les mauvaises conditions de conservation et de stockage et l'inadaptation des technologies de transformation mises au point dans des contextes techniques, économiques et sociaux différents du nôtre.

Les chercheurs africains, pour leur part, doivent donc se mobiliser pour mettre au point, avec l'aide de la communauté scientifique internationale et l'appui des bailleurs de fonds, des méthodes simples et adaptées aux conditions et moyens de nos agriculteurs, de nos commerçants, de nos industriels et de nos consommateurs.

Vos recherches doivent par conséquent tendre d'abord à privilégier l'amélioration des technologies traditionnelles dans leur fiabilité et leur dimensionnement pour les rendre aptes à répondre à des besoins nouveaux. L'introduction des technologies modernes doit être précédée d'une phase d'adaptation pour favoriser leur adoption.

Mesdames et Messieurs les Séminaristes, le sujet qui vous a occupé au cours de ces quatre journées de travail intense est important et essentiel. Aussi voudrais-je me féliciter et vous rendre hommage pour les conclusions et recommandations constructives qui viennent de nous être livrées. Elles attestent de la profondeur de vos analyses.

Je voudrais donc en terminant mon propos, vous adresser au nom du Gouvernement de la Côte d'Ivoire, et de son Chef son Excellence le Président Félix HOUPHOUET-BOIGNY, nos chaleureuses félicitations et vous assurer de notre fervent soutien pour le développement des activités post-récolte afin que notre continent longtemps hanté par le spectre de la famine dispose enfin des moyens véritables de sa sécurité alimentaire.

Je déclare clos les travaux du séminaire sur la post-récolte d'Abidjan et souhaite bon retour dans leurs foyers respectifs à tous les participants.

**MOTION SPÉCIALE À SON EXCELLENCE,
MONSIEUR LE PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE**

LES PARTICIPANTS AU SÉMINAIRE SUR LA POST-RÉCOLTE EN AFRIQUE PLACÉ SOUS LA CO-PRÉSIDENTENCE EFFECTIVE DE MONSIEUR LE MINISTRE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET DE LA CULTURE ET DE MONSIEUR LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE ET DES EAUX ET FORÊTS, SE SONT RÉUNIS À ABIDJAN DU 29 JANVIER AU 1^{er} FÉVRIER 1990, POUR FAIRE LE BILAN DES RECHERCHES RÉALISÉES, INVENTORIER LES TRAVAUX DE RECHERCHE EN COURS EN VUE DE DÉTERMINER DE NOUVEAUX AXES DE RECHERCHE.

CONSCIENTS DE LA LUTTE INLASSABLE QUE LE CHEF DE L'ÉTAT NE CESSE DE MENER POUR AMÉLIORER LE CADRE DE VIE DU MONDE RURAL, LES SÉMINARISTES LUI EXPRIMENT LEUR PROFONDE ET DÉFERENTE RECONNAISSANCE POUR AVOIR AUTORISÉ ET SOUTENU L'ORGANISATION EFFECTIVE DU PRÉSENT SÉMINAIRE.

ILS DEMEURENT CONVAINCUS QUE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE PARTICULIÈREMENT LA RECHERCHE AGRONOMIQUE CONTINUERA DE BÉNÉFICIER DE TOUTE SA SOLLICITUDE POUR ATTEINDRE ET GARANTIR LA SÉCURITÉ ALIMENTAIRE EN AFRIQUE.

FAIT À ABIDJAN, LE 1^{er} FÉVRIER 1990

LE SÉMINAIRE.

PROGRAMME D'ACTION

Suite à la tenue de ce séminaire, le Comité Scientifique du programme post-récolte, réuni à Paris les 6 et 7 septembre 1990 a arrêté le programme d'actions suivant.

I. RECHERCHE

Le Comité a noté avec satisfaction le nombre de chercheurs s'intéressant de plus en plus à la post-récolte. Les recherches sont encore disparates et les moyens peu importants.

Il est apparu que la recherche actuelle doit s'orienter sur :

- I.1. La lutte contre les ravageurs et les parasites fongiques. Principaux ravageurs des stocks, Mycologie des stocks. Lutte intégrée.
- I.2. Technologie des transformations : en vue de l'amélioration du rendement et organoleptique en vue de lever les problèmes sociaux et de tendre vers une semi-industrialisation et peut-être une industrialisation.
- I.3. Recherche sur les plantes locales : valeur chimique, standardisation des tests d'efficacité vis-à-vis des parasites et des toxicités vis-à-vis de l'homme et des animaux. Un colloque sur ce programme en 1992 déterminera les orientations.

II. FORMATION

Le Comité constatant que les personnels administratifs et techniques s'occupant de la post-récolte en Afrique n'ont pas reçu une formation spécialisée, pense que le niveau des dégâts actuels dans les magasins de moyen et grand standing provient de cet handicap. Aussi, appuie-t-il les propositions du séminaire et propose deux niveaux de formations :

- II.1. Formation de base pour les futurs chercheurs et les hauts responsables des stocks par la création d'un 3ème cycle post-récolte. Ce projet déjà en cours devrait se concrétiser à la rentrée académique d'octobre 1991 à l'Université d'Abidjan.
- II.2. Formation de courte durée (1 à 3 mois maximum) pour le recyclage des personnes déjà en poste. Cette formation concerne les responsables, les chercheurs, les techniciens supérieurs et vulgarisateurs des programmes de stockage.

III. RENCONTRES ENTRE SPÉCIALISTES

Compte tenu de la carence de la circulation des informations, le Comité propose l'information directe pour les thèmes importants par des réunions périodiques.

- III.1. Colloques de spécialistes : programme déjà en cours dont 1 est programmé en janvier 1992 à Brazzaville sur les plantes à effets pesticides. D'autres suivront au rythme de 1 tous les 2 ans.
- III.2. Ateliers de travail : regroupant des spécialistes en nombre restreint pour traiter des problèmes spécifiques :
 - harmonisation de la technologie des méthodologies d'évaluation et normalisation des rendements, etc.

IV. OUTILS DE TRAVAIL

Les références étant rares, les séminaristes ont insisté sur l'édition d'un certain nombre de documents scientifiques de base.

Le Comité se propose de réaliser :

4.1. Des manuels d'enseignement pour le 3^{ème} cycle et les recyclages.

4.2. Des manuels de vulgarisation.

V. FINANCEMENT DES OPÉRATIONS

"L'argent est le nerf de la guerre" dit le dicton populaire. En effet, tous les projets ne pourraient être réalisés que si des moyens sont disponibles. C'est pourquoi le Comité scientifique apprécie les efforts de l'UREF en faveur de ce programme.

Cependant, compte tenu des moyens limités de cette organisation, il a souhaité que :

- les gouvernements des pays intéressés aident à la recherche en incluant davantage les programmes sur la post-récolte et en octroyant des bourses aux étudiants;
- les organismes internationaux soutiennent l'action par l'octroi de subvention au Comité pour la réalisation pratique de ce programme d'actions et des bourses aux étudiants et aux stagiaires pour la poursuite de leurs études.

Abidjan, le 22 août 1991



MARQUIS
Montmagny, Qc
mars 1992

© 1992, La post-récolte en Afrique

Éditeurs : Kouahou Foua-Bi
Bernard Philogène

ISBN 2-920021-37-0

