

REPUBLIQUE DU SENEGAL

1986/094

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES
AGRICOLES

DEPARTEMENT DE RECHERCHES SCJR LES
PRODUCTIONS VEGETALES

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL
ET DE L'ARTISANT

INSTITUT DE TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE

CN0101179

J150

D10

STOCKAGE ET TECHNOLOGIE DU MIL

par M. DIOUF (ITA)

H.M. MBENGUE (ISRA)

D. SECK (ISRA)

DOCUMENT PRESENTE A LA REUNION

D'EVALUATION DU PROGRAMME MIL

INTRODUCTION

L'autosuffisance alimentaire est un des objectifs prioritaires du gouvernement sénégalais, d'où sa volonté de développer la recherche sur les céréales locales (mil, sorgho, maïs), qui demeurent la base de l'alimentation d'une population essentiellement rurale.

Cette volonté est d'autant plus justifiée que l'on assiste aujourd'hui, dans les zones semi-urbaines et urbaines à une évolution des habitudes alimentaires vers des mets de préparation d'origine étrangère. Cette évolution est certes liée à l'insuffisance de la production nationale qui couvre environ 60 p.100 (*) des besoins calculés sur la base de 210 kg ~~par tête d'habitant, mais elle est due essentiellement à l'absence de transformation industrielle des céréales locales.~~ En effet, les enquêtes réalisées dans ce domaine révèlent que les sénégalais demeurent en grande majorité attachés aux habitudes alimentaires traditionnelles : leur préférence irait au mil et au sorgho si ceux-ci étaient aussi facilement accessibles et d'utilisation aussi aisée que les produits nouveaux importés.

L'augmentation de la production au champ ne pourra avoir des effets bénéfiques, au niveau régional et national, que si des techniques post-récolte adéquates sont mises en oeuvre au niveau du paysan, L'utilisation de techniques améliorées permettrait au paysan d'augmenter ses disponibilités alimentaires et de transférer le surplus vers les villes ou vers les zones rurales défavorisées.

(*) La majeure partie de la production est fournie par les mils et sorghos. Ainsi, pour l'année 1977, le IV^e plan annonce 700.000 tonnes de céréales, les mils et sorghos totalisent 550.000 tonnes (soit 80 p.100) contre 150.000 pour le riz et le maïs. La superficie cultivée annuellement en mil et sorgho s'élève à environ 1.000.000 d'ha.

1. La récolte

Elle est entièrement manuelle et concerne :

- le ramassage des épis ou "chandelle" qui sont séparés des tiges à l'aide d'un couteau ou "ngobane". Les tiges sont :
 - . soient couchées en ligne après dessouchage à l'iler ou à la lame "diala".
 - . soient pliées pour amener les épis à hauteur d'homme.
- la récupération des apilles, surtout celles issues des champs de case, plus grandes et plus grosses que celles provenant des autres pucelles. Elles sont utilisées pour l'alimentation animale et/ou à des fins domestiques (cases, abris, palissades, etc...).

Les temps de travaux (récolte et mise en bottes) sont d'environ 100 h/ha (Lomnier - 1972). Ce chiffre, obtenu en station, doit être considéré comme un ordre de grandeur, car il est en fait, fortement lié au rendement de la culture.

Bien que les variétés cultivées aujourd'hui soient très grandes, le niveau des connaissances techniques en matériel de récolte permettrait de trouver rapidement une réponse à la mécanisation de celle du mil (récolteuse, moissonneuse-batteuse) mais à des coûts prohibitifs, non justifiables actuellement. De plus, les pailles seraient très certainement abîmées par le passage des machines et par conséquent inutilisables à des fins domestiques (cases, palissade, etc...).

2. Le séchage

Les chandelles sont récoltées à une humidité, variant entre 16 et 20 p.100, qu'il faut ramener à moins de 14 p.100 pour obtenir une bonne conservation. Les techniques utilisées sont traditionnelles et donnent satisfaction dans le contexte climatique d'aujourd'hui (le risque pluvio-métrique après la récolte du mil est très faible au Nord de la Libie).

Les principales techniques de séchage rencontrées en milieu réel sont réalisées au champ ou au carré :

- épis à même le sol avec quelquefois un traitement insecticide.
- mise en tas sur un lit de pailles de mil.
- plus récemment, confection de claies enlevées au sol appelées "perquels", orientées perpendiculairement au vent dominant.

Ainsi, la qualité du séchage est légèrement améliorée car les chandelles sont entreposées en bottes ; ces dernières sont croisées pour faciliter la circulation de l'air.

Quelques séchoirs plus sophistiqués (solaires) ont été testés, mais sans résultats concluants (performances faibles : augmentation de température de seulement 18° dans les conditions très favorables d'ensoleillement du pays, mais surtout un coût trop élevé). Les expériences à reprendre dans ce domaine doivent être situées en Casamance (région où le risque pluviométrique post-récolte est le plus élevé), si ce point s'avère être une contrainte importante.

3. La battage

Ce paragraphe regroupe en réalité :

- l'égrenage, terme employé lorsque l'opération est manuelle ou le fait de petits appareils. Cette opération est toujours suivie du vannage qui permet de séparer les grains des divers déchets (paille, rachis, etc...).
- le battage, terme retenu pour de plus gros appareils, rarement manuels, mais plus fréquemment à moteur ou utilisant l'énergie animale. Très souvent, cette opération combine l'égrenage et le vannage ; le produit obtenu est propre.

3-1. L'égrenage

Traditionnellement, il est effectué par les femmes au pilon-mortier et il est toujours suivi d'un vannage. Le rendement de l'opération est faible : soit approximativement, pour un rendement de 500 kg/ha, 150 h/ha.

Des tests d'égrenage mécanique ont été réalisés à Bambey entre 1968 et 1970, sur l'égrenoir à mil à bras CHAMPENOIS il pèse 70 kg et est constitué d'un bâti en fer cornière sur lequel sont fixés :

- 2 tambours garnis d'abrasifs (grains de sable) de 0.80m de long et 0.10m de diamètre. Ils tournent dans le même sens à des vitesses différentes ($R = 2.25$) et ne sont pas exactement parallèles (écart surface 8 et 5 mm).
- 1 cylindre presseur de 2.5cm de diamètre actionné par une pédale.
- Un dispositif d'entraînement : 1 manivelle et 3 pignons.

au travail, un rouleau en caoutchouc appuie sur l'épi au moyen de deux ressorts ; il se relève lorsque l'on actionne la pédale. Le tambour le

plus lent entraîne l'épi en rotation afin d'éviter tout phénomène de bourrage, tandis que le plus rapide effectue l'égrenage proprement dit.

L'appareil était annoncé pour un débit de 30 kg/h. Au cours des tests, les résultats suivants ont été enregistrés :

	Débit en kg/h	Qualité du travail		
		p.100 grain propre	p.100 grain dans les glu- mes	p.100 grain sur rachis
SOUNA	10	74.6	19.4	6
SANIO	7.5	83.6	11.9	4.5

. SOURCE : DIAGNE K. - LEMOIGNE M. 1968.

On remarque que le débit est faible et que la qualité du **produit** obtenu nécessite un vannage et une reprise des rachis et glumes au pilon pour récupérer les 20 p.100 des pertes enregistrées en moyenne.

Après utilisation, les commentaires suivants ont été formulés :

- le travail est simple mais extrêmement pénible, les grains de sable de 1^{er} abrasif se détachent trop facilement ;

- aucune modification n'a été réalisée sur cet appareil qui n'a pas dépassé le stade prototype ; il était intéressant de le signaler à cause de son principe de fonctionnement.

3-2. Le battage proprement dit

Dès 1952, la mise au point d'un principe de battage pour le mil a préoccupé la recherche car les batteuses à céréales classiques n'étaient absolument pas adaptées au mil pour la raison suivante : l'épi, composé d'épillets très serrés et de grains très petits, est compact si bien que les pièces travaillantes des batteuses classiques n'ont aucune prise sur lui.

3-2-1. Historique

Les premières études entreprises par PLESSARD et TOURTE au CNRA de Bamboey ont abouti à la réalisation du premier prototype en 1957, mais ses performances étaient limitées (débit faible : 200 kg/h, pertes importantes : 10 p.100, pas de système de nettoyage). Ensuite, entre 1960 et 1965, les

TABIEAU 1 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES BATTEUSES A MIL

TYPE SPECIFICATIONS	BS 1000 de SISCOA	DAK II de MAROT	BAABA de BOURGOIN
* Produits concernés	Mil - Sorgho	Mil - Sorgho	Mil - Sorgho - Maïs - Blé - Riz - Niébé
* Poids en kgs - à vide - avec moteur	1 100 -	1 900 -	210 280
* Batteur - type - dimension en cm - vitesse	cylindre à surface abrasive (métal déployé) longueur : 70 diamètre : 30 600 tr/mn.	cylindre à garnitures interchangeables longueur : 70 diamètre : 30 540 tr/mn.	tambour avec 3 battes amovibles tambour : long : 62,5 diam.: 14 1 160 tr/mn.
* Contre-batteur	1 demi-cylindre, décentré de l'axe du batteur, à surface abrasive	1 demi-cylindre, décentré de l'axe du batteur à garnitures interchangeables	1 demi-cylindre grille épaisse en acier 1 demi-cylindre grille perforée
* Système - alimentation de nettoyage - séparation paille et grains - nettoyage produit fini	1 aspirateur de poussière 1 crible rotatif et ventilateur	1 aspirateur de poussière 1 crible rotatif et ventilateur 1 grille vibrante	1 aspirateur de poussière 1 système vibrant à grilles et ventilateur 1 grille vibrante
* Dispositif d'ensachage	1 élévateur à chaînes à godets		1 vis sans fin

améliorations sensibles ont été apportées (réduction des pertes à moins de 10 p.100, adaptation d'un système de nettoyage) et un constructeur (ARARA) s'est intéressé au prototype à partir de 1962-63 ; il a sorti une présérie de 10 machines. Puis, vers 1970, la SISCOA a remplacé ARARA et a continué à travailler sur cette batteuse pour sortir le modèle actuel "BS 1000" en 1973, mais il n'a été vulgarisé qu'en 1975. Un constructeur français (MAROT) a repris le même principe et construit une batteuse qu'il a introduite au Sénégal en 1977-78.

Tout récemment (1980), nous avons testé un second principe de battage au CNRA de Bambey. Il a permis la réalisation de la BAMBA de Bourgoin (fig. 9) qui est diffusée depuis 1981.

j-2-2. Caractéristiques des différentes batteuses

i) spécifications techniques

sont résumées dans le tableau 1 dont nous tirons deux catégories de machines :

- les batteuses à débit relativement important (1000 kg/h), dont les principales cibles sont les coopératives et les entrepreneurs privés. Leur rayon d'action est régional, par conséquent les déplacements sont très fréquents. Elles sont pratiquement toujours entraînées par tracteur. La BS 1000 et la DAK II entrent dans cette catégorie.

Leur point commun est un prix élevé, qui les met hors de portée des exploitants et même très souvent des villages.

! BASE 1982	! TRACTEUR 35 cv	! BATTEUSE	! TOTAL
! PRIX H.T.	! 4.000.000	! 3.600.000	! 7.600.000
! PRIX T.T.	! 6.000.000	! 5.400.000	! 11.400.000

- les batteuses à débit moyen (200-400 kg/h), dont les cibles prioritaires sont les coopératives, les sections villageoises, les entrepreneurs privés, les villages. Leur rayon d'action est plus limité, les déplacements sont moins fréquents et peuvent être effectués en charrette à traction animale ; ainsi elles sont toutes équipées de moteur, ce qui les rend d'un prix plus abordable que les batteuses précédentes. En 1982, la BAMBA équipée d'un moteur diesel de 11 CV coûtait 1.300.000 F CFA H.T, soit 1.430.000 F CFA T.T.

ii) les principes de fonctionnement

Ils sont directement liés aux batteuses utilisées, on en distingue donc deux :

- la BS 1000 et la DAK II : (fig.10)

Les épis disposés sur la table d'alimentation (1) sont introduits manuellement sous la hotte de protection (2). Un tambour engreneur (3) force l'introduction des épis entre le batteur (4) et le contre-batteur (5) ; l'égrenage est réalisé par friction avec les surfaces abrasives et l'écart décroissant entre le batteur et le contre-batteur assure un dépiquage progressif et sans brisures du grain. Le produit battu est recueilli dans une chambre (6) et entraîné régulièrement par le distributeur sur le crible (8). Le grain chute à travers les mailles de ce crible dans le couloir de nettoyage (9) vers le convoyeur à vis (10). Le nettoyage du grain s'effectue par séparation densimétrique. Un courant d'air issu du ventilateur (II), passe par le couloir (9) et au travers des mailles du crible (8), entraînant les déchets vers l'extérieur. La majorité de la poussière est évacuée par un aspirateur (12). L'ensachage est effectuée à l'aide d'un élévateur à godets (non figuré). Sur la DAK II, une grille vibrante située juste avant l'ensacheur effectue une dernière séparation entre les grains et les glumes. Les principaux réglages portent sur :

- + la vitesse de rotation du batteur
- + l'intensité de la ventilation par ouverture ou fermeture des volets situés sur le ventilateur,

- la BANBA (fig.11)

Les épis disposés sur la table d'alimentation (1) sont introduits manuellement sous la hotte de protection (2) et sectionnés en petites rondelles par le couteau (4) et le batteur (5). A ce stade l'évacuation des poussières est assurée par un aspirateur (3). L'égrenage est réalisé grâce à la projection des grains sur le contre-batteur (6) et à leur frottement mutuel ; la forme légèrement hélicoïdale des battes du batteur entraîne progressivement les déchets vers une petite grille vibrante (8) qui permet de récupérer les derniers grains. Le produit battu est évacué au travers de la première grille amovible (7) qui constitue le second demi-cylindre du contre-batteur ; ensuite, le nettoyage et la séparation des déchets du produit battu sont réalisés par le ventilateur (10) et une seconde grille vibrante (9). Pour terminer, le produit fini est entraîné vers l'ensacheur (12) par un convoyeur à vis (11). Les principaux réglages portent sur :

- l'intensité de la ventilation par l'ouverture des volets limitant l'entrée d'air.

la qualité du battage (propreté du produit fini) par le choix adéquat des grilles (7) et (8), et l'ouverture du volet du crible (8).

la vitesse de rotation du batteur.

1-2-3. Les performances

i) En station

Nous n'avons testé que les batteuses BS 1000 et B&B&A, surtout des points de vue débit et qualité du travail.

SOURN - S/NIO	BS 1000 (A)	B&B&A (B)
Débit moyen en kg/h (1)	800	300 - 350
Personnes nécessaires	6	3
Pertes dans décrets	3 à 9 p.100	moins de 3p.100
Analyse Produit fini	- bonnes graines (2) déchets divers	90 à 95 p.100 95 à 99 p.100 5 à 10 p.100 1 à 5 p.100

SOURCES : A) PLESSARD 1974

B) DIAGNE K. - HUVARD M. 1981

(1) le temps de travail pris en compte est le temps effectif.

(2) les déchets divers sont constitués par les graines brisées, les pailles et les plumes.

Les résultats sont très satisfaisants pour cet optimum de fonctionnement (bons réglages, pièces travaillantes en bon état).

ii) En milieu réel : Batteuse BS 1000

Les suivis résumés dans les tableaux (II, III et IV) ont été effectués exclusivement sur l'opération de battage menée dans l'Unité Expérimentale de Thyssé-Kayenon. Le démarrage a été réalisé par PLESSARD en 1974 et l'évaluation a été confiée à M. M. LAMBLE en 1979. Leurs conclusions se recoupent, ils insistent sur :

- les quantités à battre par producteur, qui sont trop petites au moment de l'opération. Le rendement en est directement affecté (10 kg/h).

TABEAU II : QUANTITES MOYENNES BATTUES PAR PRODUCTEUR

Quantités battues en kg	90 à 500	500 à 1000	1000 à 2000	2000 à 4500
Nbre producteurs en p.100	32	25	28	14

SOURCES : PLESSARD - 1974

TABEAU III : CARACTERISTIQUES DE L'OPERATION BATTAGE DANS L'UNITE EXPERIMENTALE DE THYSSE-KAYEMOR

CARACTERISTIQUES	ANNÉES					
	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79
Tonnage battu (t)	24.8	157.7	155.3	159	233	432.4
Nombre clients	25	87	155	134	200	266
Tonnage par client en kg	992	1.812	1.034	1.186	1.165	1.625
Rendements (kg/h)	800	1.123	959	935	1.259	1.279

SOURCES : H. M. ABENGUE - 1979

TABEAU IV : REPARTITION EN HEURES DES DIFFERENTES UTILISATIONS DE L' BATTAGE

UTILISATIONS	Nombre d'heures	p.100 du temps de battage	p.100 de la durée d'utilisation
I - 1er passage	103	100	28.5
II - 2 ^e passage de hôte	27	26	7.5
III - 3 ^e passage de hôte	27	26	7.5
Mobilisation (pannes, etc...)	55	54	15
Repos	34	33	9.5
Entretien	53	51	14.5
Le temps divers	92	89	25
TOTAL	364	-	100

SOURCES : ABENGUE - 1979

- l'organisation des chantiers pour laquelle une attention toute particulière doit être accordée pour éviter des pertes de temps excessives en déplacements, installations, etc.... Ainsi, sur 364 heures d'utilisation de la batteuse, PLESSARD a noté un temps réel de battage de seulement 36 p.100. Ce chiffre s'est amélioré avec les années car en 5 ans, les rendements de la batteuse sont passés de 800 kg/h à 1250 kg/h.
- la nécessité d'attendre 9 h - 9 h 30 mn pour commencer le battage à la fin de l'hivernage, car plus tôt les épis sont trop humides.
- l'usure trop rapide du batteur et du contre-batteur. Cette dernière a une incidence directe sur la qualité du travail car pratiquement, dans tous les cas, les déchets sont rebattus.

3-2-4. Le parc de batteuses

Nous nous intéressons aux principales caractéristiques de son introduction en milieu réel (statistiques, utilisation, contraintes).

i) sa mise en place

Aucune donnée précise n'est disponible, car les fournisseurs n'ont pas répondu à notre enquête. Nous nous contenterons d'estimations :

- entre 50 et 100 ES 1000 depuis 1973
- une vingtaine de BAMBA depuis 1981
- quelques DAK II de 1977 à 1980.

ii) sa situation actuelle

Pas de statistiques disponibles, seule une enquête exhaustive menée par l'ISRA est en cours sur l'ensemble du pays. Les premiers résultats obtenus sur DIOURBEL recensent 18 ES 1000 dont 5 en pannes. Ce chiffre élevé pour la seule région de DIOURBEL s'explique par la présence de TOUBA IBACKE, car beaucoup de marabouts sont propriétaires de batteuses.

iii) son utilisation

A partir de nos premiers résultats d'enquête, nous trouvons 2 catégories de propriétaires :

- les plus nombreux (marabouts, commerçants) qui font du travail à travail à façon pour 7 à 10 F CFA/kg. La demande est importante car les batteuses fonctionnent de novembre à mai, soit 7 mois.

- les institutions administratives (services agricoles, SODEVA, ISRA) qui possèdent quelques unités pour leurs besoins propres (essais et semences) et accessoirement pour du travail à façon.

4 - STOCKAGE DU MIL

INTRODUCTION Programme pluridisciplinaire sur le mil, comme les objectifs de développement agricole (SECK, 1984), sont autant de preuves d'une option nationale d'encourager la production millicole au Sénégal. Cependant ces efforts risquent d'être vains, sans un contrôle des pertes post-récolte.

De 1977 à 1983, le programme "PESTOC" (Pesticides - stockage) de l'ISRA a mis au point, développé et vulgarisé un certain nombre de méthodes de protection chimique du mil en milieu paysan. (LY, 1979, 1982, 1983) et entrepris l'amélioration des techniques et méthodes de stockage (LY, 1981).

A partir de 1983, le programme "PESTOC" devient "Profil des Pertes - Stockage" avec l'arrivée d'un jeune chercheur entomologiste. Ce dernier part sur de nouvelles bases tout en gardant l'objectif de réduire les pertes post-récolte surtout au niveau paysan. Plus orienté vers l'entomologie et la lutte intégrée contre les insectes des denrées stockées, ses activités ont gravité depuis autour des thèmes suivants :

- 1 - Inventaire des insectes et des méthodes traditionnelles de stockage du mil.
- 2 - Etude de *Sitotroga cerealella*, principal ravageur du mil stocké en milieu paysan au Sénégal.
- 3 - Méthodes de lutte (intégrée). Evaluation et amélioration des méthodes traditionnelles de conservation du mil.

1-1. INVENTAIRE DES INSECTES DU MIL ET DES METHODES TRADITIONNELLES DE STOCKAGE

Ce point s'inscrit dans le cadre d'une action générale sur toutes les denrées stockées.

1-1. Insectes

L'analyse d'échantillons régulièrement prélevés de stocks paysans permet de dresser la liste (tableau 1).

1-2. Infrastructures et méthodes traditionnelles de stockage :

Le mil est stocké sous forme battue dans des courges ou des sacs (SECK, 1984), mais principalement sous forme d' épis entiers ou tronçonnés dans des greniers en "NEGHO" (SECK, 1984).

Tableau. 1 : Inventaire des insectes des denrées
au Sénégal et hôtes (1984).

Source d'Infestation	Ordre-Famille	Espèces identifiées
riz décortiqué	Coléoptère Curculionidae	<u>Sitophilus oryzae</u> (L.)
riz décortiqué	Coléoptère Bostrychidae	<u>Sitophilus oryzae</u> (L.)
Sorgho	Coléoptère Bostrychidae	<u>Rhyzopertha dominica</u> (F.)
sorgho	Coléoptère Tenebrionidae	<u>Tribolium castaneum</u> (Hbst)
sorgho	Coléoptère Tenebrionidae	<u>Tribolium confusum</u> DUV.
Maïs	Coléoptère Silvanidae	<u>Oryzaephilus surinamensis</u> (L)
maïs	Coléoptère C u r c u l i o n i d a e	<u>Sitophilus zeamays</u> (L.)
riz décortiqué	Coléoptère curculionidae	<u>Sitophilus zeamays</u> (L.)
riz décortiqué	Lépidoptère Galleriidae	<u>Corcyra cephalonica</u> (Stnt)
riz paddy (panicules)	Lépidoptère Gelechiidae	<u>Sitotroga cerealella</u> Oliv
mil(souna) épis	Lépidoptère Gelechiidae	<u>Sitotroga cerealella</u> Oliv
mil (souna) battu	Coléoptère Tenebrionidae	<u>Tribolium confusum</u> DW
mil (souna) battu	Lépidoptère Phycitidae	<u>Ephestia kuehniella</u> Zell.
farine de mil	Lépidoptère Phycitidae	<u>Ephestia elutella</u> (Hubn)
niébé	Coléoptère Bruchidae	<u>Callosobruchus maculatus</u> (F.)
arachide	Coléoptère Bruchidae	<u>Caryedon serratus</u> L.
Faidherbia albida (Kad)	Coléoptère Bruchidae	<u>Bruchus elnairensis</u> Pic
arachide	Coléoptère Dermestidae	<u>Trogoderma granarium</u> Everts
riz décortiqué	Coleoptere Cucujidae	<u>Cryptolestes ferrugineus</u> Steph
riz décortiqué	Coléoptère Cucujidae	<u>Cryptolestes pusillus</u> L.
sorgho	Hémiptère	non identifié

Dans certains cas, on a noté le mélange du mil avec des feuilles de "neem" broyées (SECK, 1984).

4-2. ETUDE DE SITOTROGA CEREALELLA OLIV (Alucite)

2-1. Introduction

A la suite de l'observation de l'infestation du mil en fonction des conditions et des méthodes de stockage, S. cerealella s'est révélé être le principal ravageur du mil.

2-2. Description

S. cerealella est un petit Lépidoptère de la famille des Gelechiidae (SECK, 1983). Sa distribution mondiale est très large. Au Sénégal on le rencontre en plus du mil sur le riz paddy le sorgho et les épis de maïs.

2-3. Dégâts

2-j-1 . Nature Intensité des dégâts

Les dégâts d'alucite se reconnaissent par la présence de trous de sortie sur les grains. Par suite du développement des larves dans le grain, les épis attaqués apparaissent garnis de trous (SECK, 1983), avec une perte de poids.

L'infestation de S. cerealella est plus importante sur les épis que sur le mil battu (SECK, 1983). Sous cette deuxième forme, elle se limite aux quatre (4) premiers centimètres (SECK, 1983). De plus elle est moins importante que celle de coléoptères du genre Tribolium et de lépidoptères du genre Ephesia (SECK, 1983).

2-3-2. Infestation au champ du mil par S. cerealella

L'infestation initiale du mil par l'alucite a été évaluée sur des épis récoltés à maturité dans deux conditions de culture (champs de case et champs éloignés). A l'aide d'une nouvelle méthodologie (SECK, 1985), on a évalué et exprimé les dégâts de Sitotroga en nombre de grains attaqués par centimètre carré (nga/cm²).

Par ailleurs, on a noté que :

- l'infestation du mil par l'alucite commence bien au champ,
- elle est plus grande dans les champs de mil de case que dans les champs éloignés.
- elle a une préférence pour les grains près de la base (plus gros) que ceux de la partie apicale de l'épi.

- elle est plus faible en 1984 qu'en 1983. Les valeurs maximales observées en 1984 sont de l'ordre de 0,19 grains attaqués par centimètre carré.

2-3-3. Perte pondérale sur des stocks paysans

La perte a été évaluée dans cinq (5) villages, à raison de cinq (5) paysans par village, à près sept (7) mois de stockage. Le pourcentage en poids de mil perdu a été de 1,77 p.100. Il varie de 0,36 à 3,78 p.100 entre village et de 0 à 8,6 p.100 entre paysans. (SECK, 1983).

Ces chiffres peuvent paraître faibles. Cependant ils doivent être considérés comme des valeurs de saison sèche, période où les populations de Sitotroga ne sont pas importantes (SECK, 1983). Cette étude sera reprise en tenant compte de la saison des pluies.

4-3. BIOLOGIE - ECOLOGIE

3-1. Durée de développement en fonction de la température

Dans les conditions de laboratoire, le cycle a duré 25,6 Jours à 12°C contre 32 jours à 23°C. (SECK, 1984).

3-2. Fluctuation saisonnières des populations de S.cerealella

La population d'adultes a été suivie à la surface de greniers paysans et la teneur en eau du mil mesurée à la même période. Des valeurs faibles ont été enregistrées en saison sèche avec une nette augmentation à partir du mois de juin où la teneur en eau du grain passa de 8 à 100 p.100 (SECK, 1983).

4-4. AMÉLIORATION DES MÉTHODES ET DES INFRASTRUCTURES DE STOCKAGE DU MIL

L'amélioration des méthodes de stockage est basée par l'application de principe d'hygiène simple : nettoyage des greniers et destruction par le feu des résidus de la récolte précédente avant nouveau stockage.

- Au niveau paysan, le mil est battu à l'aide d'un tissage serré des parois des greniers en bûches de bois. Ceux-ci constituent une source probable d'infestation de Sitotroga (SECK, 1983).

- A l'échelle de groupe paysan villageois, les batteries de greniers étanches et métalliques, à capacité réduite permettaient de stocker le mil battu et le traiter en 1983.

- La destruction de Harmonia (1981, 1982) par les autres ennemis du mil stocké (SECK et SECK, 1984) a été faite en 1983 jusqu'en 1984.

sur les épis. Donc le mil doit être stocké sous cette forme avant que, diminuée de la consommation d'environ cinq mois il soit battu et traité avec un insecticide de contact de bonne qualité bien choisi.

4-5. METHODES DE LUTTE CONTRE LES INSECTICIDES DU MIL STOCKE

5-1. Lutte chimique

L'efficacité de trois poudres à poudrer Fenitrothion 1,5 p.100 Pirimiphos methyl 2 p.100 et Deltaméthrine 0,05 p.100 a été comparé sur S. cerealella. Le meilleur résultat a été obtenu avec la Deltamethrine à la dose de 2,5 ppm suivi du Fenitrothion et du Pirimiphos methyl.

Pour des raisons pratiques, le Pirimiphos methyl 2 p.100 à la dose de 10 ppm permet une bonne protection du mil pendant six (6) mois (SECK, 1984).

5-2. Lutte biologique

La suite de la capture d'hyménoptères parasites sur des stocks de mil, des essais ont été tentés et une investigation faite sur la nuisibilité (SECK, 1983). Depuis, les conclusions dégagées et l'étude de l'infestation du mil en fonction des modes de stockage (SECK, 1983) ont été à la base du thèse "Conservation et encouragement des ennemis naturels" contre Raghava, principal ravageur de la culture du mil au Sénégal (Bhatnagar, 1984).

5-3. Méthodes culturales

Le mil des champs de case étant plus attaqué au départ par S. cerealella la position relative greniers/champs doit être revue.

5-4. Résistance variétale

Il a été noté une préférence du développement de S. cerealella dans de plus gros grains de mil (SECK, 1983) et l'attaque à la base (à plus gros grains) plus qu'au sommet de l'épi (SECK, 1984).

Dans ces conditions, les variétés de mil à plus petit grain semblent plus indiquées pour lutter contre ce ravageur. Bien entendu ceci est à étudier en tenant compte des préférences locales et de la comparaison entre la perte due au ravageur en cas de forte attaque et l'éventuelle perte de rendement résultant de la réduction de la taille du grain.

4-6. CONCLUSIONS GENERALES

L'évolution de la production millicole et l'objectif d'autosuffisance nationale défini par le Sénégal dépendent en partie des ravageurs des stocks.

L'objectif du programme stockage est de proposer au paysan des méthodes simples sûres et compatibles avec ses moyens, pour protéger sa récolte contre les ravageurs.

Riche des acquis de l'ancien service "Pestoc" jusqu'en 1983, le bilan du service stockage est le suivant après deux années de fonctionnement.

- Inventaire des ravageurs (entomofaune) et étude de la situation parasitaire en fonction du mode de stockage.

- Premières études de base sur la compréhension de l'écosystème du mil stocké en milieu paysan et premières données sur la lutte intégrée contre le principal ravageur du mil.

- Suivi et réussite d'une protection chimique efficace et sûre en milieu paysan en collaboration avec la SODEVA (SECK, 1984a).

La culture et le stockage du mil sont pratiqués au Sénégal depuis très longtemps d'où l'importance et une utilisation encore très large des méthodes traditionnelles. C'est pourquoi la "Lutte intégrée contre les ravageurs du mil stocké doit s'intéresser aux pratiques locales (SECK, 1984 a).

Les pertes partielles obtenues pour S. cerealella seront complétées et les mêmes études menées sur les autres ravageurs.

Malgré tout, le mil doit cesser de n'être que "la céréale du paysan" pour se substituer au riz et au blé dans les villes.

Dans cette optique, l'ITA, le SR/Technologie post-récolte et le service stockage doivent ensemble réfléchir à une conservation une première et une seconde transformation de même qu'à des normes de qualité. Ce dernier aspect permettra la fixation de prix plus incitateurs à la production qu'une simple auto-consommation.

5 - NOTE DE SYNTHESE SUR LES ESSAIS TECHNOLOGIQUES EFFECTUES SUR LES VARIETES DE MIL DU CNRA

Sur les variétés que nous avons ramenées du CNRA de Bambeï, nous n'avons effectué des essais technologiques que sur trois (3) variétés :

- Souma 3
- 1 B V 8001
- H'766 (GAM 8203)

Les essais ont porté sur les opérations suivantes :

- décortiquage
- mouture
- préparations culinaires ("laax" et "cere")
- panification française

Différentes analyses ont également été faites pour déterminer la **composition** biochimique aux différents stades de la transformation.

- - - 1 - Décortiquage et mouture

Nous avons utilisé une petite décortiqueuse à meules abrasives, la "mini PRL", prototype de conception canadienne non équipé de système de séparation son-grains.

Pour la séparation nous avons fait passer le produit sorti de la décortiqueuse dans la décortiqueuse type FAO réglée de manière à éliminer l'action de décortiquage afin de n'utiliser que la fonction tamisage et aspiration de l'appareil,

A la sortie de la décortiqueuse FAO, les grains ainsi isolés ont été passés au trieur ("labofix") pour retirer le reste de particules légères présentes dans le lot,

Seul le paramètre durée de séjour dans la décortiqueuse "PRL" a fait l'objet de variation, sa vitesse de rotation étant fixe (moteur électrique non équipé de variation de vitesse),

Trois temps de décortiquage ont été choisis :

- Six (6) minutes
- Sept (7) minutes
- Huit (8) minutes,

TAUX DE DECORTICAGE EN FONCTION DU TEMPS DE SEJOUR (DUREE)

VARIETES	6 mn	7 mn	8 mn
Souna 3	9,40 %	70,22	12,42 %
IBV 8001	11,62	13,58	16,59 ;
H766	11,66	14,32	16,85

Nous constatons que la facilité de décortiquage pas ordre décroissant se présente comme suit :

H766

IBV 8001

Souna 3

En ce qui concerne la mouture, la finesse de la farine croît avec le taux de décortiquage en général.

Les variétés IBV 8001 et H766 ont tendance à donner des farines plus fines que le Souna 3 dans des conditions identiques de mouture.

COMPOSITION BIOCHIMIQUE ET VALEUR ALIMENTAIRE

Les analyses chimiques effectuées ont porté essentiellement sur la détermination des taux de cendres, de protéines, des matières grasses et de l'acidité.

Les variétés IBV 8001 et H766 se sont révélées particulièrement riches en protéines par rapport au Souna 3.

Cependant, il faut noter que cette richesse du grain entier est réduite de façon sensible par le décortiquage tel que le montre le tableau suivant :

TABLeAU DE COMPOSITION

Produits	Taux de cendres %	Protéines (Nx6)	Matières grasses %	Acidité %
Souma 3 GEND	1,93	12,24	4,87	0,100
IBV 8001 GEND	1,92	15,34	4,96	0,099
H766 GEND	1,31	15,40	4,61	0,104
Souma 3 GD 8mn	0,91	9,72	3,24	0,082
IBV 8001 GD 8mn	0,81	11,07	3,21	0,082
H766 GD 8mn	0,85	11,15	3,38	0,095

GEND = Grain entier non décortiqué
GD = Grain décortiqué.

ANALYSES SENSORIELLES

Les analyses ont porté sur le "laax" (pâte préparée à partir de farine agglomérée en grosses granules) et le couscous.

a/- Laax :

Les résultats obtenus montrent lorsque les grains sont décortiqués en 7mn (voir taux de décorticage correspondants), que la variété H766 est préférée de par sa couleur, son apparence et son goût notamment. Cette préférence reste valable lorsque les grains sont décortiqués en 8 mn.

préférence par ordre décroissant	
Grain décortiqués en 7mn	Grains décortiqués en 8mn
H7 66	766
IBV 8001	Souma
Souma 3	IBV 8001

b/- Couscous :

Dans le cas du couscous, la préférence va vers le Souma 3 puis la variété H766 lorsque les grains sont décortiqués aussi bien en 7 mn qu'en 8 mn.

On peut dire qu'ici l'incidence du taux de décorticage n'a pas été déterminée.

ANALYSES SENSORIELLES

Analyse de laite (laax)							Analyse de couscous (cere)						
CARACTERISTIQUES		A7	B7	C7	A8	B8	C8	A7	B7	C7	A8	B8	C8
densité	x	5,21	6,21	7,38	6,62	7,37	6,81	7,90	6,86	6,90	7,36	7,	7,56
lipide	x	5,86	6,77	7,18	6,72	6,90	6,40	7,	6,81	6,59	7,09	7,	7,14
		6,60	6,73	7,00	5,64	6,92	7,00	7,35	6,95	6,60	6,00	6,58	6,68
		6,77	,13	6,90	6,00	7,27	6,66	7,15	6,77	6,77	6,70	7,	6,29
x		6,50	,	7,10	6,44	6,77	6,55	7,52	7,27	7,13	7,00	7,	6,50
de	x			7,3	6,88	7,00	6,77	7,63	7,45	7,36	7,09	,,	6,67
André			7,15	6,63	6,3	,70	7,46	7,01	6,88	7,20	7,	7,	6,99
			xx	2	3	1x	1xx	2	3	xx 1	6,5		

LEGENDE :								
	"	"	Boona 3 décortiquée	à 7mm	(9,84	)	13,29	
AP	"	"	"	"	à 3mm	(12,40	)	17,19
87	Variable	IBV 8001	décortiquée	à 7mm	(13,77	)	13,5,	16,59
88	"	"	"	à 8mm	(13,36	)		
7	Variable	H766	décortiquée	à 7mm	(GAI 8203)	(13,81)		16,54
88	"	"	"	à 8mm	(11,49	)	(?)	13,54.

ESSAIS DE PANIFICATION

Aux taux d'incorporation de 15 dans la fabrication du pain, nous n'avons observé de différence significative par rapport à la variété H766 décortiquée à 2 mm.

La croûte est légèrement grossière et les coups de lame sont bien que dorée.

La mie est cependant plus claire et le goût est bon par rapport au Souma 3.

6 - CONCLUSIONS - PROPOSITIONS D'ACTIONS DE RECHERCHE

6.1. Conclusions

Les travaux réalisés dans le domaine de la technologie post-récolte, ont abouti à de nombreuses solutions techniques : séchoirs, batteuses, greniers, silos, magasins, décortiqueuses, moulins, Les tentatives d'introduction en milieu réel ont montré que ces solutions techniques :

- sont performantes, mais hors de portée de l'exploitant sénégalais (coût prohibitif et surdimensionnement), Ainsi, la décortication et la mouture ne sont rentables qu'en milieu urbain ou semi-urbain en raison des quantités traitées quotidiennement,
- **ne permettent** d'envisager la mécanisation, que dans la perspective d'une production orientée vers La commercialisation.
- se sont parfois bien développées : moulins et batteuses.

6.2. Propositions d'actions de recherche

Les conclusions ci-dessus nous amènent à faire certaines recommandations pour des actions futures,

1 - Evaluation des pertes dans les filières traditionnelles et intermédiaires, Il s'agira d'estimer, à travers les méthodes actuelles ou à mettre au point, les pertes au moment de la récolte (chandelles non récoltées attaquées par les oiseaux et/ou les insectes, pertes en cours de transport,,,,), durant le stockage (insectes, moisissures, rongeurs) et au niveau du décortication et de la mouture,

On aura ainsi une appréciation plus précise de l'importance et de la nature des pertes tout au long de la chaîne post-récolte, On pourra alors définir les axes prioritaires de recherche pour une amélioration des techniques actuelles en vue de la réduction des pertes constatées.

2 - Etude de l'influence des techniques de stockage et de transformation sur la valeur nutritive des produits finis,

On sait que les attaques d'insectes et de moisissures amènent non seulement des pertes quantitatives mais des pertes qualitatives, Il en est de même pour les pertes au niveau de la transformation, ainsi que nous l'avons vu, Une fois les pertes quantitatives définies à ces deux niveaux pour les différentes techniques actuellement utilisées, il s'agira de déterminer l'ampleur des pertes qualitatives du stockage à la transformation primaire, tant pour la filière traditionnelle que pour celle intermédiaire.

3 - Recherche de nouvelles techniques de battage et de transformation plus conformes aux besoins des ruraux et économiquement viables,

Les techniques actuelles (de battage surtout) répondent plutôt aux besoins des gros producteurs et des "paysans et pointe", c'est-à-dire ceux produisant essentiellement pour le marché, il s'agit donc de mettre au point une machine de battage - décorticage - mouture adaptée aux petites quantités quotidiennement transformées en milieu rural, Ceci permettra de diminuer le coût des prestations et de continuer la politique d'allègement des travaux de la femme,

La réussite d'un tel programme suppose évidemment une collaboration très étroite entre :

- d'une part les chercheurs travaillant dans ce domaine au sein même de l'ISRA ;

- d'autre part entre l'ISRA et l'ITA qui intervient également dans ce domaine,

REFERENCES

- BHATNAGAR, V.S., 1984

Rapport d'activité Projet CILSS de lutte intégrée
Composante Nationale du Sénégal.

- LY, M., 1979

La Protection chimique des récoltes au Sénégal
Colloque international de Technologie à l'AUPELF
Yaoundé, 5-10 Novembre 1979.

- LY, M et al, 1983

Amélioration des techniques et méthodes de protection
des denrées récoltées ISRA, CNRA Bambey - Sénégal.

- SECK, D. 1983

Etude d'un ravageur des céréales Sitotroga cerealella Oliv
Lépidoptère Gelechiidae, en milieu paysan au Sénégal
Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux.

- SECK, D. 1984 a

Protection des récoltes et développement de la lutte
intégrée contre l'entomofaune des denrées stockées en
milieu paysan au Sénégal (version revue et corrigée).

- SECK, D. 1984 b

Rapport d'activité Projet CILSS de lutte intégrée,
Composante Nationale du Sénégal.

- SECK, D. 1985

Rapport sur la mission USAID de stockage en Gambie et
au Sénégal, 11-16 Février 1985.

- SECK et WRIGHT 1985

Synthèse de la mission USAID de stockage
Dakar le 16 Février 1985 par V. WRIGHT,

BIBLIOGRAPHIE CONSULTÉE

- * DIAGNE K., HAVARD M. - **Compte-Rendu d'essai de la batteuse à mil BOURGOIN.**
ISRA - CNRA Bambey - 3 pages.
- * IRAT - CNRA Bambey, SISCOMA - 1973 - **Présentation de la batteuse à mil (Pennisetum).**
- * MBENGUE H.M. 1982 - **Décorticage et mouture mécaniques à sec des céréales et du soja au Sénégal. Etude technique et socio-économique du système dans le milieu.**
TSRA - CNRA Bambey.
- ~~* MBENGUE H.M., HAVARD M. 1985 - La technologie post-récolte du mil au Sénégal.~~
~~ISRA - CNRA Bambey Sénégal.~~
- * NIAINT: I., TOURTE R. 1960 - **Etude sommaire sur la préparation de la farine de mil par la ménagère sénégalaise,**
IRAT - CNRA Bambey - 6 pages.
- * PLESSARD F. 1974 - **Une expérience d'introduction de la batteuse à mil mécanique en milieu rural - Analyse et résultats.**
IRAT - CNRA Bambey - 15 pages,
- * TOURTE R., MONNIER J. 1972 - **Expériences et perspectives de motorisation : La motorisation en milieu paysan, pourquoi pas**
Machinisme Agricole Tropical n°39, pp. 34 - 43.
- * TOURTE R. 1981 - **Des céréales à l'écart des technologies intermédiaires de Post-Récolte, le mil et le sorgho.**
Machinisme Agricole Tropical n°75, pp.46 - 53.
- * TOURTE R., NICOU R., BONLIEU A. 1964 - **Traitement après récolte des mils et sorgho,**
Agronomie Tropicale n°1.

- * TOIJRTE R., NICOU R., BONLIEU A. 1964 - " La conservation des récoltes au Sénégal. Essai sur le mil, le sorgho, le paddy, le niébé ".
Agronomie Tropicale n°1, pp.7 - 45.
- * TROUDE F. 1980 - **Compte-Rendu** " Mécanisation du séchage et du stockage des produits agricoles tropicaux ".
• Prototype de séchoir solaire pour céréales
par Mamadou SARR, pp.3 - 23,
• Le stockage centralisé des céréales en zone
sahélienne.
par M. HAYWARD, pp.23 - 32,
Machinisme Agricole Tropical n°71, pp.3 - 3%.