



Synthèse de l'expérience africaine en amélioration des techniques après-récolte

BASEE SUR LES JOURNEES TECHNIQUES
ACCRA, GHANA
4-8 juillet 1994

SERVICE DU GENIE RURAL, AGSE
DIVISION DES SYSTEMES DE SOUTIEN A L'AGRICULTURE

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
Rome, Italy

Droits d'auteur

La reproduction totale ou partielle, sur support numérique ou sur papier, de cet ouvrage pour usage personnel ou pédagogique est autorisée par la présente, sans frais ou sans qu'il soit nécessaire d'en faire une demande officielle, à condition que ces reproductions ne soient pas faites ou distribuées pour en tirer un bénéfice ou avantage commercial et que cet avis et la citation complète apparaissent à la première page des dites reproductions. Les droits d'auteur pour les éléments de cet ouvrage qui sont la propriété de personnes physiques ou morales autres que la FAO doivent être respectés. Toute autre forme de reproduction, de republication, d'affichage sur serveurs électroniques et de redistribution à des listes d'abonnés doit faire l'objet d'une permission préalable expresse et/ou du paiement de certains frais.

Adresser les demandes d'autorisation à publier à:

Le rédacteur en chef

FAO, Via delle Terme di Caracalla

00100 Rome, Italy

adresse e-mail: copyright@fao.org

Table des matières

Préface

Introduction

Chapitre 1: systèmes traditionnels après-récolte et évolution

1.1 Evolution de l'environnement

1.2 Amélioration des techniques après-récolte

Chapitre 2: conservation des racines et tubercules

2.1 Introduction

2.2 Manioc

2.3 Les ignames

2.4 La pomme de terre

Chapitre 3: techniques de battage, égrenage et étuvage des grains

3.1 La récolte du riz

[3.2 Battage du riz](#)

[3.3 Etuvage du riz](#)

[3.4 Amélioration des méthodes d'égrenage du maïs.](#)

[Chapitre 4: le séchage des grains](#)

[4.1 Le séchage du riz](#)

[4.2 Le séchage du maïs](#)

[Chapitre 5: le stockage des grains](#)

[5.1 Techniques traditionnelles de stockage](#)

[5.2 Techniques améliorées de stockage](#)

[5.3 Silos](#)

[5.4 Banques de cereales](#)

[Chapitre 6: dégâts et pertes en après-récolte](#)

[6.1 Dégats et pertes](#)

[6.2 Techniques de contrôle ou préservation](#)

[6.3 Techniques alternatives](#)

Chapitre 7: transformation des grains

7.1 Décortiquage et mouture des grains locaux

7.2 Etude de cas sur le décortiquage du riz au mali

7.3 Etude de cas sur le to de sorgho

Chapitre 8: qualité des grains

8.1 La texture

8.2 Autres caractéristiques des grains

8.3 Propreté des grains

8.4 La qualité culinaire des produits de mouture

Conclusion

Bibliographie

Home":81/cd.iso" "<http://www24.brinkster.com/alexweir/>">

[Table des matières](#) - [Suivante](#) >

L'objectif de cette synthèse est de faire le point en 1995 sur l'évolution des technologies après-récolte employées pour le traitement et la conservation des produits de base (grains et tubercules) employées par les agriculteurs en Afrique. Ces technologies permettent d'assurer la sécurité alimentaire des familles rurales. Le travail agricole peut être réduit étant si une partie de son produit est perdue lors de la récolte, du battage ou d'antérieurement par les moisissures, les insectes et autres ravageurs ou par une mauvaise transformation. Les agriculteurs ne décident d'augmenter leur production que s'ils disposent de techniques après-récolte adéquates.

Dans la grande majorité des cas, les techniques employées en Afrique sont restées traditionnelles bien que de nombreux projets en aient testé de nouvelles. Il y a eu beaucoup de projets après-récolte mis en oeuvre par diverses organisations dont le Service du Génie rural (AGSE) et le Programme pour la Réduction des Pertes Après-récolte (PFL) de la FAO.

Cette synthèse a été réalisée à partir de données rassemblées par la FAO dans le cadre de ses projets de terrain et des contributions des participants aux Journées Techniques sur l'expérience Africaine en Amélioration des Techniques Après-

recolte. Ces Journées ont été organisées par l'Unité Après-recolte du Ministère de l'Agriculture du Ghana en collaboration avec le Service de Génie rural de la FAO. Le Gouvernement français et le Programme des Pertes Après-recolte de la FAO ont contribué à leur financement.

Sans avoir la prétention d'être exhaustive, cette publication présente les différentes étapes du système après-recolte et quelques améliorations qui se sont avérées utiles pour les producteurs africains.

Cette publication a été écrite par Aliou Diop et révisée par M. El Houssine Bartali et Mlle Cécile Guérin (Consultants FAO). Sa production a été supervisée par M. Francis Troude et Mme Annemieke Schoemaker. Nous voulons spécialement remercier Mme Béatrice GraniPolidori du Service de Génie rural (AGSE) pour son travail de révision et de mise en forme finale de cette étude.

A.G. Rijk

Chef

Service du Génie rural

Division des Systèmes de Soutien à l'Agriculture

Introduction

Ce rapport présente un panorama des technologies après-récolte employées dans le traitement et la conservation des grains et tubercules après la récolte en 1995, en Afrique sub-saharienne. L'objectif de l'étude est triple: faire le point sur les technologies existantes, permettre la diffusion au plus grand nombre des expériences réussies, réfléchir aux moyens d'adapter certaines technologies à l'environnement actuel. Cette synthèse a été réalisée suite aux "Journées Techniques sur l'Expérience Africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte", organisées à Accra en juillet 1994 par le gouvernement du Ghana, et à partir de données bibliographiques élaborées dans des projets de terrain de la FAO.

Ces technologies traditionnelles seront abordées en détail dans ce rapport. En outre on exposera les nouvelles techniques expérimentées, leur impact et leur diffusion auprès des populations intéressées. On analysera les causes du succès limité de certaines innovations, l'insuffisante prise en considération des besoins des acteurs du développement, les critères économiques et sociaux mal évalués et le manque de vision globale du système après-récolte.

On prendra en compte l'environnement socio-économique du système après-récolte qui détermine les futurs changements de technologie. De nombreux facteurs ont eu des

recussions directes sur les techniques après-récolte en particulier la libéralisation du commerce, la rarefaction des matériaux locaux due à la désertification, la réduction relative de la main-d'oeuvre sur l'exploitation.

De nombreux projets de développement et d'organismes de recherche agricoles ont travaillé sur les problèmes liés à l'après-récolte des produits vivriers. Beaucoup d'efforts ont été investis dans la recherche de solutions appropriées à ces problèmes. Ce rapport est un début de synthèse de ces travaux qui n'a donc pas la prétention d'être exhaustif. L'organisation des chapitres suit le déroulement des activités après-récolte: récolte, battage/grenage, séchage, stockage, contrôle des prédateurs, contrôle de la qualité et transformation des grains. Un seul chapitre (Chapitre 9) concerne la conservation des racines et tubercules.

Chapitre 1: systèmes traditionnels après-récolte et évolution

Ce chapitre aborde les différentes mutations écologiques, technologiques et économiques qui ont profondément modifié l'environnement du système après-récolte. Les expériences d'amélioration des technologies traditionnelles ont eu des

succès variables, car trop souvent les aspects sociaux du développement ont été négligés. Ces aspects apparaissent en filigrane dans l'ensemble du rapport et seront développés dans chaque chapitre.

1.1 Evolution de l'environnement

Depuis des temps immémoriaux, les producteurs agricoles ruraux ont toujours cherché à améliorer leurs techniques et méthodes de production, de traitement et de conservation de leurs récoltes dont dépend la survie de la famille. Les techniques traditionnelles après-récolte des produits vivriers sont le fruit d'un long processus d'expérimentations et d'adaptations empiriques. Au fil des générations et des siècles, elles ont parfois abouti à un certain degré de perfection. Cela s'explique par la nécessité constante de trouver des solutions appropriées à partir des seules ressources de l'environnement.

Ces techniques s'inscrivaient dans une économie essentiellement orientée vers la subsistance et l'autoconsommation. La famille patriarcale y joue un rôle prépondérant, avec des fonctions et des tâches définies suivant le sexe, l'âge ou le rang social. Les échanges étaient peu monétarisés et l'urbanisation peu développée. Enfin, les phénomènes de désertification et d'émigration massive, consécutifs à la sécheresse, n'avaient pas l'ampleur qu'on leur connaît aujourd'hui.

Ainsi, depuis une génération au moins, on assiste à des mutations consécutives à des contraintes nouvelles sur les opérations après-récolte traditionnelles.

1.1.1 Modifications des conditions écologiques

La déforestation

On observe dans plusieurs pays africains la raréfaction et même la disparition des matériaux végétaux traditionnels qui entraient dans la confection des greniers, sous les effets de la déforestation (augmentation des défrichements et de l'extension urbaine), de la désertification (climat), de la culture de variétés améliorées à paille plus courte.

Cette situation relativement nouvelle a entraîné de nouvelles méthodes de construction des structures de stockage avec des matériaux de remplacement (Chapitre 5) et la qualité du stockage s'en est trouvée parfois diminuée (figure 1.1). Dans le sahel, la désertification et les sécheresses prolongées ont entraîné l'épuisement des stocks de longue durée qui assuraient aux paysans leur sécurité alimentaire. Cette disparition presque totale des stocks de réserves traditionnels a suscité des initiatives villageoises pour développer des structures communautaires de stockage notamment les banques de céréales (fin du Chapitre 5).

De nouveaux prédateurs

Dans certaines régions de nouveaux prédateurs sont apparus. Notamment un ravageur des stocks, le *Prostephanus truncatus* ou Grand Capucin des grains, d'origine en Tanzanie. Cet insecte s'est maintenant répandu très largement en Afrique de l'Est et de l'Ouest. Il reste difficile à contrôler par les méthodes traditionnelles et entraîne de lourdes pertes. Ce point sera abordé dans le Chapitre 6.

1.1.2 Mutation technologique

Nouveaux équipements

L'introduction d'équipements après-récolte permet d'augmenter la capacité de travail et la productivité des agriculteurs. Toutefois certaines innovations technologiques peuvent se révéler inadaptées lorsqu'elles sont mises en œuvre sans prendre en compte l'ensemble du système après-récolte. Celui-ci recouvre une suite d'opérations interdépendantes. Toute modification de l'une des opérations affecte les autres opérations et remet en cause l'équilibre du système. Par exemple l'introduction de moyens mécaniques de battage conduit les agriculteurs à modifier leurs pratiques vers un stockage en grains plutôt qu'en épis (Chapitre 5); il faut donc concevoir des greniers nouveaux, conçus pour recevoir le grain battu.

Variétés améliorées

L'introduction de nouvelles variétés haut rendement favorise l'accroissement de la production et apporte un début de solution aux problèmes de déficits vivriers. Néanmoins des problèmes nouveaux se posent: le paysan doit faire face des problèmes de manutention et de stockage de plus grandes quantités de grains, d'autre part, les nouvelles variétés plus productives sont plus sensibles aux attaques des insectes. Elles présentent souvent des grains plus tendres ou des spathes qui n'assurent pas le recouvrement complet de l'épi.

Pesticides chimiques

Traditionnellement les agriculteurs utilisent divers types d'insecticides naturels, soit d'origine végétale, soit d'origine minérale pour la préservation des grains contre les insectes. Ces méthodes seront décrites plus précisément dans le Chapitre 6. Depuis quelques décennies, l'emploi de produits chimiques plus efficaces, a connu un grand succès auprès des paysans. Actuellement certains produits mal utilisés, en vente libre sur les marchés locaux, peuvent avoir de graves conséquences sur l'efficacité du traitement comme sur la santé des consommateurs. Cette situation, abordée au Chapitre 6 de ce rapport, s'explique en partie par l'absence ou la non application d'une législation appropriée en la matière.

1.1.3 Evolution socio-économique

Dans la plupart des pays africains, la production agricole vivrière s'est ouverte durant les trente dernières années passant d'une économie d'auto-consommation vers une économie de marché. La monétarisation des échanges oblige le paysan à vendre une partie de sa récolte pour satisfaire de nouveaux besoins. L'augmentation des quantités récoltées par producteur crée de nouveaux besoins d'équipement après-récolte. Par exemple, au niveau du stockage, l'apparition du stockage en grains dans les magasins en banco est une conséquence de plusieurs changements socio-économiques tels que: le chevauchement de plusieurs opérations de après-récolte et le manque de temps pour la confection de nouveaux greniers, l'augmentation des besoins en capacité de stockage, la crainte des vols et des incendies, l'évaluation du statut social en fonction de la structure de stockage utilisée. Ce point sera largement développé dans les Chapitres 4 et 5.

1.2 Amélioration des techniques après-récolte

1.2.1 Historique des améliorations d'opérations après-récolte

Avant d'aborder les techniques nouvelles mises au point actuellement, nous examinerons rapidement les expériences des années 1970 et 1980. Les premières

expériences d'amélioration des techniques après-récolte durant les années 1970 étaient axées sur le stockage du mil et du sorgho en zone sahélienne, suite aux périodes de sécheresse et de famine. Dans ces systèmes après-récolte très anciens et tournés vers l'auto-consommation, les pertes en cours de stockage étaient négligées tant qu'elles n'affectaient pas le degré de sécurité alimentaire des ménages selon leur propre perception. La qualité du stockage assurait la sécurité alimentaire et reposait sur d'anciennes traditions en matière de production, de manutention et de conservation du mil et du sorgho.

Depuis la fin des années 1970, de nombreux programmes de recherche et développement ont privilégié l'action sur le maïs et le riz qui constituent la nourriture de base pour les populations de nombreux pays.

- Maïs:

Travaux sur le séchage et le stockage. Depuis la fin des années 1980, on privilégie une approche des systèmes traditionnels préalablement aux études d'amélioration (Chapitres 4 et 5).

Les opérations d'égrenage et de mouture ont été peu étudiées. Des équipements d'amélioration de ces opérations ont été introduites (Chapitres 3 et 7).

- Riz:

La libéralisation des économies du Sénégal, Mali, Cameroun et Burkina Faso dans les années 1980, a eu pour conséquence le désengagement des sociétés d'état de la filière après-récolte du riz. Les besoins en technologies à faible coût adaptées pour le battage et l'usinage du riz en milieu villageois se sont énormément accrus durant les dernières années. Des expériences intéressantes (recherche adaptative et diffusion d'équipements appropriés) ont été conduites sur les opérations de décortilage, de battage et de séchage (Chapitres 3, 4, 7).

1.2.2 La dimension humaine dans le développement des systèmes après-récolte

La majorité des intervenants en matière de développement, agences d'exécution et vulgarisateurs, ont longtemps sous-estimé l'importance du rôle des femmes dans l'économie de leur pays et dans les activités après-récolte liées au conditionnement, à la transformation, à la conservation et à la mise en vente des denrées alimentaires. En raison de son attachement au foyer, la femme a peu de mobilité et peu de temps; en outre elle a un accès limité à l'éducation et peu de ressources financières et matérielles. Le manque de technologies tenant compte des besoins et des contraintes des femmes, et des coûts accessibles est un frein au

développement. Cela entraîne parfois la perte du contrôle des femmes sur ces technologies courantes et le transfert des opportunités d'emploi et de revenus aux hommes.

Une analyse approfondie de la distribution des tâches respectives de la femme et de l'homme au sein des exploitations agricoles ainsi que l'identification des besoins et des contraintes spécifiques aux femmes (pour les activités de stockage, transformation et commercialisation), est un préalable à la diffusion des techniques après-récolte correspondant aux besoins de leurs bénéficiaires.

Chapitre 2: conservation des racines et tubercules

2.1 Introduction

Les racines et tubercules occupent une place importante dans l'alimentation des populations et dans l'économie de certains pays africains, en particulier ceux situés le long du golfe de Guinée. Depuis une dizaine d'années, les programmes d'assistance au développement sont intervenus au niveau de l'après-récolte des racines et tubercules au même titre que pour les céréales longtemps privilégiées. L'igname et le manioc

sont les deux produits les plus cultivés. Ceci explique le volume d'activités de recherche et de développement qui leur sont dévolus par rapport aux autres racines et tubercules.

Les racines et tubercules constituent une bonne source d'énergie (voir tableau 2.1), de minéraux et de vitamines. Les rendements en calories par unité de surface sont comparables à ceux des céréales. La quantité et la qualité des protéines sont variables et relativement faibles sur une base humide. Sur la base de matière sèche, leur teneur en protéines vaut celle des céréales. Traditionnellement les plats à base de racines et tubercules sont accompagnés de produits à forte teneur en protéine (viande, légumes et graines de légumineuse).

Les racines et tubercules ont une teneur en eau élevée jusqu'à 90%). Le produit encombrant, fragile et de forme variable est abîmé à tous les niveaux de la chaîne de manutention après-récolte et cela occasionne des pertes (sur l'igname, 25 à 30% de pertes enregistrées en trois mois).

Ces contraintes liées aux caractéristiques des racines et tubercules rendent difficiles la valorisation et la commercialisation des produits frais en centre urbain. Malgré la transformation traditionnelle, le plus souvent artisanale, le potentiel de valorisation technologique de ces produits demeure sous-exploité.

Tableau 2.1 - Teneur en éléments nutritifs de quelques denrées alimentaire

	Mais	Sorgho	Riz (paddy)	Manioc	Igname	Patate douce
Rendement moyen (kg/ha)	336	746	1.756	6.182	9.973	5,893
% non-consommable	10	10	35	26	16	21
CALORIES						
Par 100 g consommable	347	364	149	119	121	
Par ha/saison (x1000)	4.137	2.330	4.155	6.816	9.969	5.633
Rang	5	6	4	2	1	3
PROTEINES						
par 100 g consommable (g)	9,3	11,1	7,0	1,2	1,9	1,6
par ha/saison (kg)	112	75	80	55	159	75
Rang	2	4	3	6	1	4

2.2 Manioc

Le manioc constitue une culture de sécurité pour beaucoup d'agriculteurs: il s'adapte bien aux conditions climatiques, même extrêmes (sécheresse) et aux différents types de sol. Sa culture nécessite peu d'intrants et de main d'œuvre. Les racines peuvent être laissées dans le sol afin de programmer des récoltes plus tardives. Les expériences menées sur le manioc concernent le stockage et la transformation, deux opérations visant une meilleure valorisation du produit.

2.2.1 Le stockage du manioc

Les racines de manioc se détériorent rapidement deux ou trois jours après la récolte (facteurs physiologiques) ou cinq à sept jours après la récolte (activité de micro-organismes) (Cooke et al, 1988). Plusieurs techniques de conservation des racines de manioc à l'état frais ont été testées: enrobage de la racine avec un film de cire paraffinée ou avec de la boue ou de la cendre mouillée, stockage sous-terre, blanchiment dans de l'eau bouillante, immersion dans l'eau froide. Ces techniques ont permis d'allonger la conservation des racines de 2 à 10 jours, mais elles demeurent laborieuses et parfois coûteuses pour des approvisionnements importants.

- Stockage des racines sous film plastique

Au Ghana, Gallat (1994) signale une technique mise au point par le CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical) et le NRI (Natural Resources Institute). Il s'agit d'un système de stockage "mobile" fondé sur l'emballage des racines dans des films plastiques, combiné à un traitement chimique de contrôle de la pourriture microbienne. Les racines seraient conservées deux semaines de plus et dans de bonnes conditions pour les besoins des commerçants et des consommateurs.

- Stockage des racines dans de la sciure de bois humide

Agboola (1994) décrit une technique de conservation de racines de manioc dans de la sciure de bois maintenue humide, à l'intérieur de paniers ou caisses en bois. Le manioc se conserve en bon état, dans un endroit frais pendant près de 2 semaines à condition que les racines soient de bonne qualité et sans contusion au début du stockage. Cette technique, introduite au Nigeria auprès des paysans et petits commerçants, n'a pas encore connu un taux d'adoption appréciable.

En Ouganda, une technique similaire a été expérimentée avec des essais de stockage dans de la sciure de bois humide ou dans des copeaux de bois humides (Nahdy, 1994).

Description technique

L'expérience a été menée avec du manioc récolté depuis moins de huit heures (variété Tereka), sur des lots de racines saines et des lots de racines endommagées (2 cm enlevés au bout des racines). Dans des caisses en bois compartimentées (170x65x80cm) on a placé des sacs en polyéthylène percés à la base. Les racines de manioc ont été stockées en alternant trois fois de suite une couche de manioc et une couche de sciure ou copeaux de bois selon le cas. Le stockage des racines même le sol a servi de lot témoin.

Résultats

- Par rapport à la technique "témoin", le stockage amélioré réduit les détériorations dues aux infections microbiennes, à la décoloration et aux pourritures. La fraîcheur du produit est améliorée par rapport aux techniques traditionnelles.
- Pour le stockage amélioré, on note les mêmes résultats en terme de prolifération microbienne sur les racines saines et endommagées. Par contre la décoloration et la pourriture sont plus faibles avec des racines saines.
- L'expérience a montré qu'il est possible de conserver trois semaines du manioc frais avec cette technique de stockage amélioré. Au delà, le niveau de pourriture est inacceptable (50% après 42 jours et 80% après 63 jours).

Cette technique, simple et peu coûteuse (matériaux naturels), pourrait diminuer les problèmes de stockage et de commercialisation du manioc dans les centres urbains.

2.2.2 Transformation du manioc

Le manioc est transformé en deux produits principaux, la farine de manioc et le gari, afin de détoxiquer et conserver au mieux les racines. La transformation, organisée par les femmes en milieu rural, provoque la perte d'une partie des minéraux et vitamines.

La farine de manioc

La farine de manioc, très fréquente sur les marchés, est relativement facile à produire, à stocker et à commercialiser. Elle entre dans la composition de l'aliment de base africain, le fofou. Pour produire la farine, les racines de manioc sont trempées dans de l'eau pendant 3-4 jours, puis épluchées, découpées en cossettes et séchées au soleil. Enfin les cossettes sont moulues en farine. La qualité du séchage des cossettes est primordiale si l'on veut éviter des infections dangereuses de micro-organismes. L'opération qui se déroule parfois en période pluvieuse (zones à forte hygrométrie) est une grave contrainte de production. L'introduction d'un équipement permettant le découpage du manioc en cossettes fines devrait alléger le travail des femmes et faciliter le séchage.

Le gari

Le gari est un produit **base de manioc** **fréquemment rencontré** sur les **marchés** africains. Au Nigeria par exemple, il **représente 70%** des produits transformés **base de manioc** (Sadik, 1987). Dans le Nord-Ouest du Cameroun, les femmes fabriquent le gari manuellement, soit **3 bassines de 14kg** par semaines en saison des pluies et **6 à 8 bassines** par semaine en saison **sèche**. La production de gari **nécessite toute une série** d'opérations: **épluchage, lavage, râpage, pressage, fermentation, tamisage, cuisson** (ou garification), emballage et stockage. Certaines opérations sont **problématiques** pour les femmes s'occupant de cette production artisanale (Flach, 1990).

- La **capacité d'épluchage manuel** varie selon la **grosseur des racines** et la **variété** du produit de base autour de **20-25kg/heure**. Les **épluchures** **représentent 25%** (Flach, 1990). Plusieurs techniques d'**épluchage** **mécanisées** ou utilisant des produits chimiques ont **été développées**, mais l'**expérience** montre qu'elles **étaient inappropriées, coûteuses** et sans **avantage** notable par rapport **à l'épluchage manuel**.

- La **capacité du râpage manuel** n'est que de **20kg/heure** environ et l'**opération** est **très pénible**. En comparaison les **râpes motorisées** ont une **capacité de 2T/h** (Sadik, 1987) et sont **exploitées** en prestation de service

avec succès par des entrepreneurs privés ou des groupements de femmes.

- Le pressage traditionnel consiste à placer la pâte obtenue après râpage dans des sacs de jute ou de polyéthylène et à la presser sous une pierre ou des pièces de bois entrecroisées. Pendant l'opération (3-4 jours) la fermentation se produit et une partie de l'acide cyanhydrique est éliminée. Des modèles de presses à vis manuelles ont été diffusés avec succès dans les villages.

- Dans les unités industrielles, la cuisson ou garification s'effectue dans un four rotatif chauffé de 260°C à 290°C, pendant dix minutes, suivi d'un séchage de 8 minutes à 150°C jusqu'à une teneur en eau comprise entre 9% et 12% (Sadik, 1987).

La méthode artisanale consiste à cuire chaque lot (2 à 3kg) en brassant continuellement le produit pendant 30 minutes dans des poêles chauffées au feu de bois. Le produit final représente 20 à 25 % du manioc frais.

La principale amélioration apportée à cette opération concerne la réduction de la consommation de bois (Flach, 1990). Au Cameroun des foyers améliorés en brique de terre cuite, gérés par des groupements de femmes (en prestation de services ont permis de réduire de 50% la consommation de bois, tout en réduisant le temps de

cuisson. Par contre l'introduction de fours mécanisés a été un échec. Toutefois pour des unités de production de gari semi-industrielles, un équipement approprié de cuisson, capable de sécher le produit jusqu'à une teneur en eau de 12%, est à mettre au point. Par suite cela permettrait l'emballage du gari en sacs plastiques, sa conservation et sa commercialisation pendant plusieurs mois.

2.3 Les ignames

Les types d'ignames les plus cultivés en Afrique sont *Dioscorea rotundata* ou igname blanche, *Dioscorea cayenensis* ou igname jaune et *Dioscorea alata*. L'igname arrive à maturité après 6 à 9 mois de culture et a une période de dormance de 3 à 6 mois selon les variétés.

2.3.1 Le stockage de l'igname

Traditionnellement l'entrepôt d'ignames est une enceinte partiellement ombragée faite de supports verticaux (poteaux en bois ou troncs d'arbre encore plantés) espacés d'un mètre et reliés par des chevrons ou des lattes en bambou. Un toit de paille et des murs faits de fibres végétales entrecroisées complètent la structure. Les tubercules d'ignames sont attachés (tâche fastidieuse) jusqu'à des hauteurs de 2 à 3 mètres (Ezeike, 1994). Cette structure est populaire par la simplicité de sa construction et son

coût modique. Mais les conditions de température et d'humidité sont pratiquement les mêmes que celles de l'air ambiant et donc peu favorables la qualité du stockage.

2.3.2 Stockage amélioré des ignames au Nigeria

Le Département de Génie rural de l'Université du Nigeria à Nsukka a conçu une cave ventilée pour le stockage des ignames (figure 2.1). La cave mesure 2,90m de long sur 1,30m de large et 1,50m de profondeur. Le toit en forme de coupole protège la cave des eaux d'écoulement de pluie. Des ouvertures de prise d'air grillagées (B sur la figure) et une cheminée (C) située au centre, améliorent le niveau de ventilation. La cheminée, peinte en noir, accentue le mouvement d'écoulement d'air.

Figure 2.1 - Cave ventilée avec cheminée centrale

(a) section longitudinale

(b) vue de profil

A: porte; B: Grille; D: Escalier; E: Couverture d'escalier

Cette nouvelle structure de stockage, conçue pour la conservation d'environ 200 tubercules, a été évaluée pendant 6 ans et comparée à l'entrepôt traditionnel.

- Les températures à l'intérieur de la cave ont varié entre 21.2°C et

24.1 C. Les températures de l'air ambiant et l'intérieur de l'entrepôt traditionnel sont nettement plus élevées, elles varient entre 30°C et 34°C.

- Les moyennes hebdomadaires d'humidité relative dans la cave ont varié entre 83,9 et 93%. Ces niveaux élevés de l'humidité relative combinés aux températures relativement faibles sont proches des conditions optimales (25°C et 96%) pour que les blessures sur les tubercules se résorbent. De plus ces conditions favorables ont permis de diminuer les pertes de poids dues aux échanges respiratoires des tubercules (tableau 2.2).

Tableau 2.2 - Perte de poids des ignames sous différentes conditions

	Pertes de poids dues à la respiration	Pertes de poids total (% par jour)	
Condition des	(96 par jour)	Cave ventilée	Entrepôt traditionnel tubercules
Récolte	0,076	0,25	0,25
Dormance	0,021	0,17	0,27

Germination	0,068	0,23	0,35
-------------	-------	------	------

2.3.3 Stockage amélioré des ignames au Bénin

Deux structures de stockage d'environ 3 tonnes, faites de matériaux locaux, ont été expérimentées dans le cadre des activités du projet FAO intitulé "systèmes de stockage décentralisés".

Description technique

- la paillote surélevée, structure montée sur pilotis munis de protection anti-rats (figure 2.2).
- La fosse-paillote, cave de 4m sur 2m sur 1,80m de profondeur (figure 2.3). Les murs en banco sont à 60cm des bords de la fosse, délimitant ainsi un espace de circulation. Des morceaux de bois formant un caillebotis disposés au fond de la fosse et recouvert de paille assurent un bon isolement des tubercules. Des allées aménagées entre les parois de la fosse et les ignames (0,30m) et entre les tas d'ignames (0,50m) facilitent la circulation de l'air et l'inspection du produit.
- Les ignames stockées dans ces deux types de structures ont été traitées

avec du Koufla \diamond raison de 2,5kg/tonne de tubercules.

Figure 2.2 - La paillote surlevée

(Source: Fiagan 1994)

Figure 2.3 - La fosse paillote

(Source: Fiagan, 1994)

Résultats

On compare la méthode améliorée et la technique traditionnelle (stockage en tas dans une cabane) dans deux zones écologiques du Bénin, sur des variétés précoces (Kpounan/Labako) et des variétés tardives (Gnidou). La mesure porte sur les pertes quantitatives, la qualité des tubercules conservés et les plus values dégagées au bout de 120 jours de stockage. (Tableaux 2.3 et 2.4 ci-dessous).

Tableau 2.3 - Pourcentage de pertes mesurées dans la région centre du

Bénin	Structure améliorée (paillote surlevée ou fosse-paillote)	Structure traditionnelle

Variété précoce	24,2%	57,3%
Variété tardive	22,4%	38,4%

Tableau 2.4 - Pourcentage de pertes mesurées dans la région nord du Bénin

	Paillette surélevée	Fosse-paillette	Structure traditionnelle
Variété précoce ou tardive	26,8%	20,6%	59,1%

Les bons résultats ci-dessus confirment l'intérêt des structures améliorées de stockage. Sur le plan qualitatif, la teneur en eau plus élevée des tubercules stockés dans la fosse paillette améliore la préparation de l'igname pilée et donc l'appréciation des consommateurs.

Sur le plan économique, l'étude a montré que le producteur réalisait avec la variété précoce une plus value de 220% avec le stockage amélioré (contre 44% avec le stockage traditionnel). Par contre avec la variété tardive, la plus value est la même quelque soit le type de stockage. Néanmoins le coût du stockage amélioré et du traitement phytosanitaire, surtout depuis la dévaluation du franc CFA en janvier 94,

peuvent constituer un frein au développement de ce type de stockage.

[Table des matières](#) - [Suivante](#) >

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

2.4 La pomme de terre

[Table des matières](#) - [Précédente](#) < - [Suivante](#) >

La production de pommes de terre en Afrique subsaharienne est souvent limitée aux régions de hautes altitudes, notamment au Kenya, au Burundi, au Cameroun et au Nigeria. Introduite récemment dans ces régions, la culture de pomme de terre s'accompagne de structures de stockage rudimentaires. Le produit est simplement entassé sur le sol à l'intérieur d'une pièce. On le place dans des sacs de jute avant la commercialisation.

Au Cameroun, dans la province Nord-Ouest, la pomme de terre représente une culture de rente pour les femmes qui produisent près de 75 % de la production nationale estimée à 35 000 tonnes. Les prix fluctuent selon les saisons. Au plus bas après la

première récolte (juillet-août), ils atteignent le double ou le triple de leur valeur initiale en fin Novembre début Décembre (12 à 15 semaines après la récolte). La majorité des producteurs n'arrive pas à mettre à profit cette hausse des prix car ils ne conservent pas leur pommes de terre plus de deux mois. Les pertes quantitatives et qualitatives sont dues en général aux rongeurs, à la période de dormance trop courte des variétés et à l'absence de ventilation. Elles atteignent 4,4% par mois pendant le stockage de Janvier à Juin (pommes de terre du second cycle) et 5,5% par mois pendant le stockage de juillet à décembre Toet, 1982).

Le projet FAO/PNUD du Cameroun, intitulé "Développement des systèmes Après récolte.", a conçu et diffusé une petite structure en banco pour le stockage d'environ 1 tonne de pommes de terre (figure 2.4).

[Figure 2.4 - Structure en banco pour le stockage de pommes de terres\(Source: Hunt, 1982\)](#)

Chapitre 3: techniques de battage, egrenage et etuvage des grains

L'égrenage du maïs et le battage du riz, du mil et du sorgho sont des opérations de après-récolte qui consistent à séparer les grains de l'épi. Pour toutes ces céréales, la méthode manuelle traditionnelle par pilage dans un mortier prédomine encore largement pour la réalisation de l'opération par manque de technologie appropriée et accessible (figure 3.1)

3.1 La récolte du riz

Des expériences sur la récolte du riz ont été menées dans deux directions:

- L'amélioration de la récolte manuelle du riz pluvial avec l'introduction de la faucille asiatique en Gambie et en Sierra Leone. Ces expériences mentionnées ci-dessous ont été décrites par I. Manalili dans "Introduction de la faucille asiatique".

- La mécanisation de la récolte avec l'introduction de moissonneuse-batteuses (vallées du fleuve Sénégal et du fleuve Niger) ou de faucheuses motorisées (projet Madagascar). Une description des expériences acquises avec la mécanisation de la récolte du riz peut être trouvée dans le Bulletin FAO N°109

3.1.1 Observation de La méthode traditionnelle

Le riz pluvial ou riz de bas-fonds est récolté manuellement à l'aide de petits couteaux, épi par épi, par les femmes qui les rassemblent en gerbes (environ 5kg de paddy), avant de les transporter à la maison pour le stockage. La récolte a lieu au début de la saison sèche. La méthode est lente et très laborieuse. Néanmoins cette technique de récolte plutôt sélective semble adaptée au riz pluvial non sélectionné dont la maturité des particules est étalée dans le temps.

Le riz irrigué est récolté en Gambie avec une faucille de type européen assez lourde (figure 3.2). Cette opération est généralement réservée aux hommes et doit être effectuée rapidement car le riz irrigué arrive à maturité juste avant la saison des pluies. Il faut donc le récolter et le sécher le plus rapidement possible.

3.1.2 Introduction de la faucille asiatique

Le projet après-récolte mené par la FAO en Gambie (1992) a introduit la faucille de type asiatique et s'est attaché à former des artisans forgerons capables de fabriquer de telles faucilles (figure 3.2).

Les avantages de la faucille asiatique sont:

- **Amélioration technique: la faucille permet de couper plusieurs tiges la fois, près du sol. La direction de la coupe et la forme des dents provoquent un autoaffûtage de la faucille.**
- **Gain de productivité: 122 heures/ha/personne avec une faucille contre 721 heures/ha/personne avec les méthodes traditionnelles, soit environ 6 fois plus de main d'oeuvre pour la technique traditionnelle. Ceci est valable pour des cultures améliorées (rendement supérieur 1,5 T/ha, densité supérieure 200 pieds/m(2)).**
- **Diminution des pertes par égrenage grâce à la réalisation de la récolte en temps voulu.**

Les désavantages sont:

- **Un battage plus difficile et des pertes plus élevées en raison de la plus grande longueur des pailles. Néanmoins le battage réalisé au champ permet de réduire les pertes lors du transport.**
- **Des efforts physiques plus importants par la position courbée lors de la récolte.**

- Nécessité d'adopter des variétés de maturation homogène qui ne sont pas forcément disponibles.

En conclusion l'expérience menée avec l'introduction d'un nouveau type de faucille, dans la mesure où le type de culture l'autorise, améliore la productivité et indirectement réduit le niveau des pertes après-récolte (figure 3.2).

[Figure 3.2 - Les trois différents types de faucilles utilisées en Gambie](#)

3.2 Battage du riz

Dans le cas du riz (à la différence du sorgho) (2), la technique traditionnelle consiste à battre, à l'aide d'un fléau en bois, les bottes de riz sur une aire simplement balayée. Cela conduit au mélange du riz avec des débris d'origine diverses, notamment de la terre et des petits cailloux et éventuellement de petites pièces métalliques. Le vannage n'élimine pas totalement ces débris. Ceux-ci sont la principale cause d'usure des cortiqueuses dépourvues d'équipements de propreté. De plus, les récoltes tardives, par manque de main d'oeuvre suffisante, entraînent des pertes directes par déhiscence et indirectes par fissuration des grains.

Observant que les mauvaises conditions de battage provoquent des contreperformances

au niveau de l'usinage et de la qualité finale du riz, les organismes de recherche et de développement ont travaillé sur la mise au point et la diffusion de technologies améliorées de battage.

3.2.1 La table de battage

Afin de faciliter le battage du riz sur des pailles longues sur le lieu même de la récolte, un projet de la FAO a introduit une version modifiée de la table de battage utilisée en Asie, adaptée aux conditions locales (Manalili, 1994). Le battage s'effectue en frappant les bottes de pailles contre un réseau de barres maillées formant un treillis incliné (Figure 3.3). On a modifié le modèle en cours de projet en abaissant la table par rapport au sol et en utilisant des branches de neem et de palétuviers, plus résistantes aux termites, pour la fabrication des barreaux. Un modèle métallique, plus solide, a également été construit pour les zones irriguées.

La table de battage permet de battre en moyenne 20,8kg/h/personne soit 41,6 kg/h en équipe de deux. Lorsque le rendement est plus élevé (3T/ha), la capacité peut doubler et atteindre 80,6kg/h/deux personnes. De plus les pertes en grains non battus sont inférieures à 1%.

On estime que l'utilisation de la table de battage permet de réaliser une économie de 3,71 \$EU par hectare, sur la base du salaire horaire de 0,17 \$EU en vigueur dans cette

zone. Comparé au prix d'acquisition de la table, (4 \$EU pour le modèle en bois et 17 \$EU pour la version métallique) l'expérience apparaît rentable.

Figure 3.3 - La table de battage

Source: Manalili, 1994

3.2.2 Batteuses motorisées

Les programmes de développement du secteur après-récolte ont cherché à mécaniser l'opération de battage de riz avec le double objectif: augmenter les capacités de transformation des récoltes afin de diminuer les contraintes de temps liées à la réalisation de la double culture et promouvoir la fabrication locale d'équipements pour réduire le coût des investissements.

Le tableau 3.1 ci-dessous répertorie le matériel de battage introduit ou expérimenté par les différents projets du Programme de Prévention des Pertes après-récolte de la FAO (Visser, 1993). Parmi ces modèles, la batteuse Votex est celle qui a été la plus testée et qui a fait l'objet d'une fabrication locale artisanale au Mali et au Sénégal.

Tableau 3.1- Matériels de battage introduits ou expérimentés par les différents projets PFL

Entraînement	Appellation	Capacité essais kg/h	Capacité indiquée par construction kg/h manuel	Nombres ouvriers requis	Pays (dates)	Succès
manuel	table de battage	20		1	Gambie (89-92)	oui
pédale		48		2	Burkina (81-83)	?
Moteur	Votex			3	Guinée 985 -910	non
Moteur	Colombani			1	Guinée 985 -910	non
Pédale				2	Guinée 985 -910	oui
Pédale	Askhat (lade)	140		2	Libéria (79-81)	

"	Tikonko (S.Leone)	194		3	Lib [?] ria (79-81)	
"	Cecoco (Japan)	150		2	Lib [?] ria (79-81)	?
"	" (Coine)	225		3	Lib [?] ria (79-81)	
"	Siscoma (Senegal)	200		3	Lib [?] ria (79-81)	
"	Agrima (Taiwan)	225		3	Lib [?] ria (79-81)	
Moteur	Votex, Ricefan	180	200-1000	3	Lib [?] ria (79-81)	non: inadapt [?] s
"	IRRI Batteuse portable "axial flow"	165	300-600	3	Lib [?] ria (79-81)	[?] longue paille
Moteur	IRRI, TF 6	491	500	3	Madagascar (85-87)	non
"	Votex,	914	300-1000	3	Madagascar	oui

	Ricefan				(85-87)	
"	IRRI , TH8	446	500-1000	3	Madagascar (85-87)	non
Moteur	Alvan Blanch					
"	* Midget MKII	70		2	Nigeria (1976)	?
"	* Super Midget II	45		2	Nigeria (1976)	
Moteur	Votex, Ricefan	450	300-1000		Senegal (90-91)	non: raison non technique
Moteur	Votex, Ricefan	134,6	300-1000	4	Sierra Leone (83- 85)	non
"	MINIAGAD (type IRRI)	234,2	450-675	4	Sierra Leone (83- 85)	oui:rentable

Pedale	Cecoco				Sierra Leone (83-85)	non
--------	--------	--	--	--	----------------------	-----

3.2.3 La batteuse Votex

Dans la section suivante, l'expérience de l'Office du Niger au Mali (région rizicole de 50.000 ha) a été décrite. Pour plus d'informations, voir chapitre 4 du Bulletin FAO N°109.

Historique

Au milieu des années 1980, la battage du riz était réalisé à l'aide de batteuses entraînées par des tracteurs. Des problèmes de drainages de rizières et de gestion de l'équipement provoquaient jusqu'à 6 mois de retard! Les charges imputées au paysan s'élevaient jusqu'à 12% du produit battu. En 1983/84 des batteuses portatives, testées et mises au point au Mali furent expérimentées parallèlement à l'établissement de 150 Associations Villageoises. Un programme de vulgarisation, de crédit agricole et de formation des conducteurs et mécaniciens fut initié. Vers 1988, 500 batteuses Votex Ricefan avaient pratiquement remplacé les anciennes batteuses classiques gérées par l'Office du Niger (Touré et Wanders, 1994).

Description technique

La batteuse Votex est de conception très simple puisqu'elle ne comporte qu'une seule pièce rotative: le batteur à dents (ou à battes) d'un diamètre de 400 mm (figure 3.4). Le batteur et le contre-batteur reposent sur un châssis sur lequel sont fixés les anneaux de transport. Une trappe de visite permet le nettoyage et le contrôle. Le batteur est muni de lames de ventilation et fonctionne en même temps comme ventilateur (premier nettoyage du produit battu). 85% du produit battu est récupéré sous la batteuse. Une bêche placée derrière la batteuse regroupe les 15% des grains battus restants. On règle la vitesse de rotation du batteur et l'écartement du contrebatteur afin de réaliser un battage plus ou moins agressif selon la récolte. La capacité de battage varie de 400 à plus de 800 kg/heure. Une telle capacité permet de réaliser, pendant une saison, les opérations de battage de deux mois, environ 60 à 100 ha par batteuse. Le battage nécessite une équipe de 6 personnes, le vannage supplémentaire est généralement réalisé par les femmes.

Avantages:

Portable:	Petites dimensions et poids réduit (175 kg).
Multi-fonctionnelle:	Battage agressif (pertes minimales), découlement du produit facilité, premier nettoyage.

Simple:	Une simple piéce tournante, deux réglages.
Robuste:	Dents de battage et lames de ventilation en acier afin de réduire l'usure par abrasion due aux grains de paddy.
Durable:	Dents de battage à remplacer en partie 1 ou 2 fois par saison (15.000 FCFA). Contre-batteur à remplacer totalement (100.000 FCFA) ou en partie (25.000 FCFA) après 3 ou 4 saisons (1.000 T de paddy). Batteur et dents de battage à changer complètement après 6 campagnes (1.500 T de paddy).

Contrairement au phénomène de rejet observé pour les imposantes batteuses classiques, cette nouvelle batteuse VOTEX, alliant facilité d'utilisation et polyvalence, a été rapidement acceptée par les paysans, en raison des avantages manifestés, surtout au Mali et au Sénégal.

[Figure 3.4 - Batteuse VOTEX](#)

(Source: Touré et Andralanarivelo, 1994, IRRI)

3.3 Etuvage du riz

Le manque de compétitivité du riz produit dans les pays africains par rapport au riz

asiatique s'explique en partie par des coûts de transformation trop élevés. Les rendements d'usinage n'excèdent pas 60% et le taux de brisures (35 à 40%) est très élevé. Pratiquement en Asie du Sud-Est, l'étuvage est peu répandu en Afrique, excepté au Sierra-Leone et au Liberia. Jusqu'en 1990 au Cameroun, le riz étuvé disponible était importé de Thaïlande. L'étuvage du riz au Liberia et Cameroun a été introduit par des projets PFL ("Prevention of Food Losses.") de la FAO.

3.3.1 Phases et avantages de l'étuvage

L'étuvage est essentiellement un traitement des grains de paddy à la vapeur.

- Le trempage dans l'eau tiède (50 à 60°C) augmente l'humidité du grain (au moins 30% d'humidité) facilitant la transformation complète de l'amidon en gélatine.
- Le traitement à la vapeur permet d'atteindre une température de gélantisation du paddy de 70°C. Dans l'amidon gélatineux, toutes les fissures disparaissent.
- Le séchage du paddy étuvé, après un court refroidissement à l'ombre, s'effectue en remuant la couche de paddy étalé au soleil. Une fois le taux d'humidité descendu à 16 ou 18%, le produit est recouvert pendant 2 à 4

heures (repos ou tempering). Puis le séchage est poursuivi jusqu'à une teneur en eau de 14%.

L'étuvage est une opération de traitement du paddy qui atténue les effets d'un mauvais séchage (fissures) et améliore quantitativement et qualitativement le rendement car le taux de brisures des grains est diminué (Diop et Wanzie 1990). La qualité de la cuisson du riz étuvé est meilleure car les grains demeurent fermes et ne collent pas. Le riz est aussi plus nutritif car les protéines et vitamines sont diffusées au centre du grain après étuvage. Enfin, grâce à sa plus grande dureté, le riz étuvé se conserve mieux. Seuls son goût plus prononcé et sa couleur jaunâtre peuvent être des inconvénients.

3.3.2 Expérience de riziculteurs dans le Nord-Ouest du Cameroun

Une technologie d'étuvage a été introduite à partir d'un dispositif très simple (figures 3.5 et 3.6). Un fût métallique de 200 litres est coupé en deux demi-fûts. Le demi-fût supérieur percé de petits trous contenant le paddy est placé au-dessus du second demi-fût contenant l'eau à bouillir. Un foyer en brique d'argile limite la consommation de bois au strict minimum (15 kg de bois pour 50kg de paddy).

A la suite de cette expérience à petite échelle, 25% du riz local mis sur le marché était étuvé, 55 % de ce riz étuvé provenait des producteurs eux-mêmes, 45 %

était effectué par de petites entreprises de transformation et une entreprise d'état de la région (Diop et Wanzie, 1990).

[Figure 3.5 - Equipement d'outillage du riz à partir de demi-fûts métalliques](#)

[Figure 3.6 - Dispositif d'outillage avec fûts et tuyaux perforés](#)

En haut: trempage de l'eau tiède

En bas: passage de la vapeur de deux lots

3.4 Amélioration des méthodes d'égrenage du maïs.

La technique d'égrenage traditionnelle la plus utilisée en Afrique consiste à frapper à l'aide d'un bâton un sac rempli d'épis de maïs déjà secs. Cette pratique entraîne un taux de brisures relativement élevé, et par conséquent des grains plus sensibles à l'attaque des ravageurs. Dans plusieurs pays, pour de faibles quantités, les femmes emploient une autre méthode en frottant deux épis de maïs entre eux pour en faire tomber les grains. Cette méthode évite les brisures mais nécessite un maïs très sec.

L'introduction d'un égrenoir en bois permettant l'égrenage manuel épi par épi a été tentée dans plusieurs pays africains. Cet instrument, de capacité limitée, mieux

adapté l'engrenage de petites quantités pour la semence, n'a pas encore été adopté par les paysans pour les grains de consommation.

Des engrenuses mécaniques entraînentement manuel ont été introduites dans le cadre de la lutte contre le Grand Capucin des Grains pour permettre le stockage et le traitement insecticide en grain. Le principe de fonctionnement des engrenuses consiste à faire passer les épis de maïs entre deux plateaux dentelés en rotation. Trois ou quatre opérateurs sont nécessaires et les débits varient entre 205 et 450kg/h.

Suite à l'accroissement des quantités récoltées et aux nouveaux besoins en séchage à air chaud forcé, on peut prévoir un développement futur de l'utilisation en prestations de service d'engrenuses motorisées. Dans la mise au point de projet de développement de ce type, il sera nécessaire de prendre en compte les rôles respectifs des hommes et des femmes dans l'opération d'engrenage.

Chapitre 4: le séchage des grains

Ce chapitre présente plus particulièrement le séchage du riz et du maïs. Après avoir décrit les méthodes traditionnelles de séchage, les différentes améliorations possibles seront examinées. Le séchage des grains a été décrit dans de nombreuses

publications (Bulletin FAO N°40, 70 et 109).

La plupart des grains sont physiologiquement mûrs lorsque leur taux d'humidité est de l'ordre de 30%. A ce stade, ils doivent être récoltés rapidement pour éviter l'attaque des différents ravageurs au champ et, dans le cas du riz, pour diminuer les pertes par engrenage sur pieds et les fissures dans les grains. La récolte est ensuite séchée jusqu'à un taux d'humidité suffisamment bas pour minimiser les attaques d'insectes et de micro-organismes.

Le facteur-clé lors du séchage est l'humidité de l'air ambiant durant l'opération, surtout quand le séchage se fait sans apport additionnel de chaleur. Lorsqu'il y a une seule saison des pluies, le séchage par convection d'air naturel ne présente pas de problème majeur. Pour les zones proches de l'équateur (deux périodes de précipitations annuelles) les conditions de séchage ne sont pas optimales.

4.1 Le séchage du riz

Traditionnellement le séchage du riz au soleil ne pose pas de problème particulier. En effet dans les régions tropicales le niveau moyen d'insolation au sol dépasse 0,5kw/m² (soit pour 12 heures de soleil, une quantité de chaleur de 21,6MJ/m²) et la quantité de chaleur est suffisante pour vaporiser 9kg d'eau.

- Dans le cas du riz récolté durant la saison sèche, le problème est celui du contrôle du séchage afin d'éviter un séchage excessif et les stress hydriques dans les grains. Il n'existe pas d'étude sur le séchage en gerbes ou en meules, ni sur les effets du séchage en champ sur pied tel qu'il est pratiqué par les paysans en Afrique.

- Pour ce qui est du riz pluvial récolté en période de forte humidité relative, quelques projets de développement étudient et diffusent des modèles d'aires de séchage à partir de différents matériaux. On rassemble les grains aisément sur des surfaces réduites d'aires de séchage aménagées et on contrôle la progression de l'opération. Les résultats montrent qu'on peut faire sécher du paddy (de 24-26% de teneur en eau à 14%), en couches de 50-100mm.

En condition d'ensoleillement maximum, le grain peut atteindre la température de 60°C, le taux de séchage est très élevé ce qui entraîne des fissures et des pertes lors de l'usinage. On a intérêt à réduire le taux de séchage en recouvrant le grain de midi à 15 heures (expériences IRRI) quand le temps est particulièrement ensoleillé car le niveau de fissures des grains peut alors être réduit de 25 %.

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

4.2 Le sechage du maïs

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Le séchage du maïs a lieu en pleine saison pluvieuse dans les régions équatoriales. Or lorsque le taux d'humidité relative demeure autour de 80% pendant plusieurs semaines après la récolte, il est pratiquement impossible de diminuer l'humidité du maïs jusqu'au niveau de sauvegarde de 13-15 %, sans apport additionnel de chaleur - excepté dans le sud du Nigéria où, malgré l'humidité, le maïs en épis peut être stocké à des taux d'humidité d'environ 20% dans des structures ventilées à l'air naturel et continuer à sécher pendant 1 à 3 mois.

La contrainte d'humidité est accentuée par l'accroissement des quantités récoltées qui dépassent souvent les capacités de séchage des producteurs. Une partie plus ou moins longue du séchage s'effectue déjà au champ, sur pieds bien que cette pratique entraîne des pertes dues aux ravageurs. De plus l'évacuation des récoltes depuis les champs jusqu'à la maison est retardée par l'attente d'un moyen de transport. Une recherche au Nigéria a montré qu'il en résulte des pertes considérables par suite

d'attaques de moisissures sur des grains trop humides Tableau 4.1).**Tableau 4.1- Niveaux des pertes durant le pré-séchage du maïs au champ**

	Fin Août		Fin Sept.		Fin Octobre	
	Zone forestale	Zone Savane humide	Zone forestale	Zone Savane humide	Zone forestale	Zone Savane humide
Endommagé par insectes (%)	2,8	1,4	7,8	1,9	10,8	2,1
Pertes de poids dues aux insectes %	0,9	0,7	2,4	0,6	3,2	0,8
Chutes de plants %	-	-	6,8	18,2	-	-
Pertes dues aux oiseaux	26	26	20	20	16	15

Source: FAO, AGS Bulletin n°40

4.2.1 Séchage par convection d'air avec apport de chaleur

Le Banda

Une pratique courante de séchage du maïs dans la région du golf de Guinée consiste à garder un feu de bois allumé dans la structure de stockage pour diminuer l'humidité relative de l'air ambiant. C'est le seul moyen de sécher les produits dans des conditions de forte pluviométrie (humidité supérieure à 80%).

Dans le Nord-Ouest du Cameroun, les épis de maïs partiellement desséchés sont transportés par panier à la maison et placés en couche de 30 à 40 cm à l'intérieur d'une structure appelée "banda". Le banda est l'espace au-dessus du plafond de la cuisine (figure 4.1). La base du banda qui reçoit les épis est constituée d'un assemblage de tiges de bambou espacées de quelques centimètres, avec une ouverture de 60cm x 60cm permettant l'accès à l'intérieur.

Le séchage se fait grâce à un ou plusieurs feux de bois que la femme garde continuellement allumés nuit et jour pendant au moins deux semaines. Les épis sont régulièrement remués de façon à placer les plus secs au-dessus. Après cette période, le séchage se poursuit plus lentement pendant encore deux mois grâce aux feux allumés uniquement pour les repas. Les épis restent stockés dans le banda et sont prélevés au fur et à mesure des besoins de la famille.

Dans le cadre d'une économie d'autosubsistance, le "banda" convenait parfaitement

pour le séchage et le stockage de quantités de maïs relativement modestes. Actuellement on assiste à un important développement de la production de maïs dans les pays du golfe de Guinée pour plusieurs raisons (libéralisation des économies, abandon des cultures de rente au profit des cultures vivrières). Pour arriver à placer toute la récolte dans le "banda", on est alors obligé d'augmenter considérablement l'épaisseur de la couche d'épis au détriment de la qualité du séchage.

Figure 4.1- Grenier traditionnel "Banda" dans le Nord-Ouest du Cameroun

(Source: Cameroun, A.V. Anthony)

c: plafonds; e: entrée du banda ; f: feu de bois; m: maïs; 1: échelle d'accès

4.2.2 Séchage par convection d'air sans apport de chaleur

Après la récolte, les petites quantités de maïs sont étalées au sol ou bien les épis sont suspendus aux arbres, sur des poteaux, le long des vérandas (figure 4.2).

Le Tap

Le "Tap" est une structure de séchage que l'on trouve dans une zone de haute altitude (1800 à 2000 mètres) du Nord-Ouest du Cameroun, et qui ne sert pas ensuite pour le stockage (figure 4.3). Il s'agit d'une plate-forme surélevée d'environ 1,5m et recouverte

d'un toit de chaume ou de tôle ondulée (meilleur séchage selon les paysans). Les taps sont souvent érigés en plein champ afin de limiter les déplacements. Durant la récolte (fin des pluies en octobre), le maïs est transporté sous le tap où la première couche des spathes est enlevée, laissant seulement les couches internes autour de l'épi. Il s'agit d'effectuer un premier tri, en éliminant les épis mal formés ou moisissés. Ensuite les épis despathés sont étalés sur la plateforme en une couche de 40 à 60cm d'épaisseur et séchent pendant 6 semaines environ.

Le tap est à la fois utilisé pour le séchage et comme abri (pluies, repas, tri). Cette structure permet de minimiser les pertes en champ, limiter les déplacements, différer le transport des épis jusqu'au moment où les pistes sont en état.

[Figure 4.3 - Le tap, Nord-ouest du Cameroun](#)

(Source: FAO, A.V. Anthouy)

Le bliva

Les structures traditionnelles, aux murs de forme cylindrique faits de matériaux végétaux tressés, sont largement utilisées non seulement pour le stockage, mais aussi pour un complément de séchage des épis quand le maïs est récolté pendant la saison des pluies.

La structure traditionnelle de séchage-stockage du maïs utilisée au sud du Togo, appelée "bliva", constitue un cas particulier où l'arrangement minutieux des épis forme les murs du grenier (figure 4.4). La plate-forme qui supporte de telles structures est surélevée par rapport au sol de 30 à 100 cm, on parle alors de "grenier bas". Quand la plate-forme est fortement surélevée (200cm) pour permettre l'enfumage, on parle alors de "grenier haut". Le maïs est récolté et engrangé lorsque la teneur en eau est comprise entre 22 et 25 %. Les spathes ne sont pas enlevées car elles constituent une barrière contre les insectes.

4.2.3 Structures améliorées

Le crib à maïs

Les expériences faites à l'African Rural Storage Centre (Ibadan, Nigeria) ont permis la mise au point d'une structure étroite appelée "crib" (figure 4.5) où le maïs à forte teneur en eau (30%) récolté à maturité peut être conservé convenablement. L'épaisseur du crib ne dépasse pas 60 cm en climat humide si l'on veut éviter les risques d'attaque de moisissures. Les parois sont faites de grillages ou de tiges verticales en bois, en bambou ou en nervures de feuilles de palmier (3 à 5 cm d'épaisseur). Un toit assure une protection supplémentaire contre la pluie.

Le principe du crib est fondé sur le pouvoir desséchant de l'air qui traverse la masse

d' épis despathés. Il convient de traiter les épis avec un insecticide approprié au moment du chargement du crib, afin de prévenir les attaques d'insectes.

[Figure 4.5 - Le crib maïs](#)

(Source: Bulletin FAO N° 66)

Le séchoir à air chaud

Un modèle de séchoir à air chaud a été mis au point par l'IRRI (figure 4.7). D'une capacité de séchage de 500 à 1000kg de grains par jour, il est fabriqué avec des matériaux locaux susceptibles d'être assemblés sur place. Des lots d'épis fraîchement récoltés sont séchés jusqu'à 20% de teneur en eau, puis grenés. Ensuite le séchage des grains se poursuit jusqu'à un taux d'humidité de 13%.

Une version mobile de ce modèle pourrait être exploitée sous forme de prestation de services dans une même zone ou village.

[Figure 4.7 - Séchoir à air chaud, type IRRI](#)

(Source: CEEMAT, 1988)

L'accroissement de la production de maïs ces dernières années a mis en évidence le manque de capacité de séchage. Les structures traditionnelles de séchage qui, on l'a

vu, sont relativement performantes, n'arrivent plus à jouer pleinement leur rôle pour les quantités à traiter. Les grains qui demeurent trop longtemps à des taux d'humidité élevés risquent d'être infectés par les micro-organismes et les mycotoxines associées (cf chapitre 6). Les expériences de diffusion de nouvelles structures de séchage de plus grande capacité doivent être encouragées parallèlement aux améliorations de l'égrenage du maïs et du stockage. Il existe peu de preuve que les séchoirs à air chaud tels que celui de l'IRRI aient été adoptés par les paysans et diffusés hors de laboratoires.

4.2.4 Comparaison structure traditionnelle avec la structure améliorée

Le mécanisme de séchage dans les "bliva" a été étudié par l'Université du Bénin dans le cadre d'un projet financé par le CRDI (Centre de Recherche pour le Développement International). Outre les deux bliva, deux autres structures (greniers de fibres végétales tressées et crib) ont été étudiées pour servir de point de comparaison (figure 4.6).

L'observation des greniers traditionnels confirme leur rôle de séchoir. En effet du maïs récolté à 18-25% d'humidité est séché jusqu'à 13% (ou moins) alors que ce niveau n'est pas atteint dans les cribs. L'explication communément avancée d'un séchage possible par les mouvements de l'air ambiant semble insuffisante puisque les

greniers sont peu ventilés. Une autre hypothèse a été mise: la quantité de chaleur, due au rayonnement solaire, emmagasinée à l'intérieur de la masse d'épis de maïs contribue à maintenir des températures relativement stables malgré les changements de température de l'air ambiant. Parallèlement on observe des différences de température entre divers points à l'intérieur du grenier d'une part, et entre le grenier et l'air ambiant d'autre part. Ces écarts de température entraînent des mouvements d'air par convection à l'intérieur de la masse de maïs, ce qui correspond à un second mécanisme de séchage (Smith et Kpakote, 1994).

Le séchage se déroule suivant une séquence de 4 phases:

- Phase de redistribution de l'humidité entre les épis humides et les épis plus secs.
- Phase où le maïs à la base du grenier est plus sec que celui du sommet. Ainsi on observe un gradient positif d'humidité dirigé de bas en haut.
- Dans la troisième phase, le maïs est plus sec au sommet qu'à la base. La masse d'épis atteint les niveaux d'humidité les plus bas.
- Durant la dernière phase, l'humidité de la masse d'épis s'élève par la redhumidification due à l'air ambiant.

D'autre part il existe des mouvements d'air verticaux et horizontaux en fonction des conditions climatiques. Quand il y a peu de vent, le mécanisme d'échange d'air entre le grenier et l'environnement extérieur est dû à une convection d'air au sein de la masse d'air. On admet que l'échange d'air se fait essentiellement durant le jour, lorsque l'humidité est au plus bas. Ce mécanisme est favorisé en enfumant la structure.

Contrairement au bliva, le crib a été conçu afin de permettre un maximum d'échange d'air avec l'environnement extérieur. Le vent favorise le séchage durant le jour, cependant le crib permet une plus grande reprise d'humidité durant la nuit. De ce fait le crib ne peut sécher le maïs à des niveaux aussi bas que le grenier traditionnel, dans les conditions tropicales du sud du Togo.

[Figure 4.6 -Les quatre différents types de structure de séchage/stockage étudiés](#)
(Source:Smith et Kpakote, 1994)

Chapitre 5: le stockage des grains

Entre 60% et 75% de la production de grains en Afrique est stockée au niveau de la ferme, en général pour la consommation familiale, mais aussi pour la vente et les

semences. Les méthodes de stockage, qui ont évolué au cours de plusieurs générations, sont souvent bien adaptées aux conditions locales.

Le but de tout entrepôt à grains est de fournir une protection contre les détriorations dues à la pluie et à l'humidité du sol et de constituer une barrière contre les insectes et les prédateurs vertébrés. En Afrique, on rencontre une importante variété de systèmes après-récolte selon les ethnies et les zones agro-climatiques. De ce fait la première partie du chapitre se limitera à la présentation des pratiques de récolte-séchage-stockage des grains dans les régions soudanosahéliennes d'Afrique de l'Ouest (Grolleaud et Diop, 1987). Puis seront abordées les techniques d'amélioration des structures traditionnelles de stockage. Enfin les cas particuliers des silos et des banques de céréales seront décrits.

Il existe un grand nombre de publications sur le stockage. Le texte de ce chapitre est extrait et résumé des publications FAO N°40, 53, 69, 53, 109 et des communications de Smith et Kpakote sur l'expérience au Togo.

5.1 Techniques traditionnelles de stockage

Selon le type de matériaux employés, on distingue les greniers en matière d'origine végétale, qui sont normalement bien aérés et les greniers en terre argileuse, à

parois rigides et imperméables à l'air extérieur. La réparation ou la confection des greniers s'effectue au moment des récoltes.

5.1.1 Greniers en matière d'origine végétale

Ces "greniers en paille. sont typiques des zones guinéennes et soudano-guinéennes. On les rencontre aussi dans des zones plus sèches telles que les zones soudano-sahéliennes. Ils sont utilisés pour le stockage du mil, sorgho et maïs par un grand nombre d'ethnies vivant dans ces zones (figures 5.1).

La plate-forme

Les greniers sont surélevés par rapport au sol (de 25 à 30cm jusqu'à 1m ou plus pour l'enfumage dans les régions plus humides au Sud). L'assise de la plate-forme, faite de trois ou quatre poutres et de poutrelles perpendiculaires est supportée par des poteaux en forme de fourche. Le bois utilisé, *Prosopis africana*, *Burkea africana*, *Anogeissus leiocarpus*, *Khaya senegalensis* doit être résistant aux termites.

Les parois du grenier

Les parois cylindriques sont faites de roseaux tressés, *Andropogon guyanus* ou *Guiera senegalensis*, de bambou coupé en lamelles ou de nervures de palmier. Chez les Djerma

du Niger et les Bariba du Bénin, le corps et la toiture du grenier constituent un même ensemble conique (figure 5.2).

Figure 5.1- Greniers traditionnels en fibres végétales tressées

(Source: Bulletin FAO N°69)

La toiture

Le toit typiquement conique est en paille. Il s'agit de plusieurs couches de graminées (*Imperata cylindrica* = Akwa ou Andongo) recouvrant une armature en tiges de bois ou de bambou fixée au corps du grenier à l'aide de lianes. La toiture fixe ou semi-permanente peut durer jusqu'à dix ans. Sa longévité est réduite quand on prélève fréquemment les provisions par le toit. Il existe des greniers pourvus d'une ouverture latérale, aménagée dans le corps du grenier.

L'entretien

L'entretien du grenier en paille consiste à resserrer les arceaux de renfort des murs et à remplacer tous les deux à cinq ans le chaume de la toiture. La rarefaction des matériaux traditionnels (bois, tiges, pailles) entraîne l'utilisation de matériaux de substitution de moindre qualité (moins durables et plus perméables) et modifie la longévité des greniers. Il est fréquent de remplacer les végétaux par de l'argile

(exemple des villages Djerma près de Niamey).

Figure 5.2 - Greniers des Djormas du Niger (le toit et les parois constituent un seul ensemble)

(Source: Bulletin FAO N 69)

5.1.2 Les greniers en terre argileuse

Ces greniers appelés "greniers en banco. sont caractéristiques des zones climatiques les plus sèches (sahéliennes et soudano-sahéliennes). Localisés à l'intérieur ou à l'extérieur des habitations selon les usages, ils se présentent sous des formes variées: cylindrique, trapézoïdale, ovale ou sphérique.

La plate-forme

Pour un grenier à section carrée, la plate-forme est constituée d'une assise de 6 grosses pierres, supportant en général 3 poutres maîtresses et des poutrelles en bois (figure 5.3). Quand la section est circulaire, la plate-forme est faite soit d'un lit circulaire de pierres, soit de pierres déposées en forme de cercle autour d'une pierre centrale. Des poutres très courtes reliant les pierres les unes aux autres sont disposées comme les rayons d'une roue. Ces différentes platesformes sont utilisés pour les greniers de grande taille (8 à 12 m (3) jusqu'à 60m (3) chez les Haoussa du Niger). Pour les petits

greniers (0,5 à 2m (3)), notamment chez les Gourmantché du Burkina, la plate-forme est faite d'une assise de 3, 5 ou 9 pierres disposées en forme de cercle. La hauteur par rapport au sol ne dépasse jamais 30 cm.

Figure 5.3 - Les différentes types de plate-forme

(Source: Bulletin FAO N°69)

Les parois

L'argile choisie vient des bords de rivières et marigots (argile très cohésive) ou de termitière. Généralement elle est mélangée des brins de paille de graminées (paille de fonio) pour réduire les effets de retrait. Les Sénoufo du nord de la Côte d'Ivoire utilisent un banco fait d'argile et de rachis d'épis de riz. Une huile d'origine végétale, *Parkia filicodae* ou même l'huile de karité, *butyrospermum parkii* sont parfois utilisés comme stabilisants.

Le plancher en banco (5 à 7cm d'épaisseur) et la première couche des murs sont montés en une fois, sans mélanger de paille au banco. Pendant le séchage de cette première assise (3 jours), le pétrissage du mortier d'argile et de paille peut débuter (fermentation du mélange humide en 2-3 jours). Ensuite les parois sont élevées par couches successives de 7 à 10cm d'épaisseur. Les attentes successives dues au séchage font durer la construction sur plusieurs semaines. Ce qui explique la tendance

remplacer les greniers en mottes par des greniers en briques de banco difiés en une journée mais moins résistants (figure 5.4).

Pour les greniers section carrée relativement hauts (2,5 à 3m), des entretoises, placées au travers des parois, rigidifient la structure et servent de points d'appui et/ou points d'attache. Lorsque la toiture est fixe, on prévoit une ouverture de 50 x 50cm en moyenne dans la partie supérieure des murs, du côté le moins exposé aux pluies. L'ouverture est placée à mi-hauteur lorsque le toit est amovible.

Chez les Lobi et les Gourmantché du Burkina, les Dogon du Mali et les Somba du Bénin, on divise l'enceinte de stockage en deux, trois ou quatre compartiments permettant la séparation de produits différents.

La toiture

La toiture en paille débordant les murs est conçue avec les mêmes matériaux que pour les greniers en matières végétales. Elle protège à la fois les grains stockés et les murs du grenier, de la pluie et du rayonnement solaire. Le matériau adéquat est de plus en plus rare, aussi les magasins (toiture en terrasse en tôle ondulée) tendent à remplacer les greniers traditionnels dans certaines régions (alentours de Tillabéry au Niger, de Sélibaby en Mauritanie). L'usage de la tôle s'explique aussi par sa plus grande durabilité et par son statut de "signe extérieur de richesse. auprès de certains

villageois. Pourtant la tôle, au contraire de la paille, par sa forte conductibilité thermique joue le rôle de capteur solaire et assure une moins bonne conservation des produits (figure 5.5).

L'entretien

L'entretien du grenier en mottes de banco consiste à refaire le crépis des murs extérieurs, surtout ceux exposés aux pluies, tous les quatre ou cinq ans. On remplace le chaume du toit tous les deux à cinq ans. Le grenier en briques de banco exige un crépis extérieur quasi annuel.

5.1.3 Préparation des greniers

Avant l'entreposage de la nouvelle récolte, certaines précautions sont importantes:

- Enlever tout le stock restant.
- Nettoyer l'intérieur du grenier. Chez les Djerma du Niger, les paysans cognent sur les murs afin de faire tomber les termites et autres insectes, avant le balayage. Les Peulh de la Casamance crépissent le plancher du grenier en bambou à l'aide d'un mélange de bouse de vache et de feuilles de Boummé (Hyptis spicigera) pilées.

- **Lutter contre les parasites en colmatant les fissures susceptibles d'abriter les insectes (mortier m^lang^e des poudres bases de plantes locales ou de produit chimique) ou par enfumage. Chez les Lobi et les Dagari du Burkina Paso, on br^le des tiges de mil ou de rafles de ma^s l'int^rieur des greniers.**

5.1.4 Conditionnement des grains avant stockage

Le transport des ^epis sous forme de gerbes ou de bottes facilite la manutention et l'^evaluation de la r^ecolte avant stockage. Si le restant de l'ancien stock peut ^etre consomm^e en deux ou trois mois, il est extrait du grenier, battu et conserv^e en sacs afin d'^eviter les m^langes. Sinon le paysan construit un autre grenier pour la nouvelle r^ecolte.

Stockage en ^epis

Cette pratique est la plus r^epandue quel que soit le type de greniers car, selon les chefs de famille, "elle est plus ^economique et limite les risques de gaspillage, voire la vente des grains en cachette par les femmes". Un autre argument avanc^e selon lequel elle permettrait une meilleure conservation demande ^e ^etre techniquement v^erifi^e.

Stockage d' ^epis de mil et sorgho hach^s

Les Dagari (Burkina Paso) pratiquent cette méthode particulière de conditionnement pour le mil et le sorgho. On hache les épis de mil en petits morceaux de 2 à 3cm avant de les stocker en vrac. Le sorgho est battu puis stocké en vrac sans vannage avec les plumes et les rachis. Cette méthode permet d'entreposer plus de grains et semble assurer une meilleure protection contre les insectes en limitant physiquement leur activité.

Stockage en grain

Le stockage en grain est pratiqué depuis peu dans certains villages du Burkina Faso, du Mali, du Sénégal (ethnies Mossi, Marka, Bambara, Wolof). Cette méthode de conservation a pris de plus en plus d'importance suite à l'évolution de l'environnement: monétarisation des échanges, rarefaction des végétaux, mécanisation du battage (chapitre I). Cette évolution entraîne, chez les Bambara, la pratique du crépis intérieur et extérieur des greniers en paille au détriment de l'aération naturelle du grenier. De même les Wolof abandonnent progressivement les greniers végétaux en Nguer au profit du stockage du grain en sac à l'intérieur des habitations et des nouveaux magasins. Ce qui peut entraîner des infestations d'insectes et de moisissures graves (cf. Chapitre 6).

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

5.2 Techniques ameliorees de stockage

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Les structures traditionnelles en matériaux locaux ont les caractéristiques nécessaires pour une bonne conservation des récoltes et sont relativement peu coûteuses. Néanmoins il y a toujours matière à amélioration surtout quand les matériaux traditionnels font défaut ou que le savoir-faire technique pour la construction tend à disparaître.

Pour améliorer l'étanchéité ou lutter contre les rongeurs et les insectes, soit le grenier existant est modifié, soit un nouveau type d'entrepôt est introduit à partir de matériaux industriels. Ces deux approches sont difficiles à mettre en oeuvre en vue d'une large diffusion. Une amélioration techniquement valable, même mineure, peut sembler inacceptable ou trop coûteuse par les populations. Le paysan peut être réticent à adopter une nouvelle structure de stockage tant que son grenier ne nécessite pas de réparation ou de remplacement. D'autre part le manque ou la mauvaise estimation des coûts et bénéfices réels des structures de stockage

proposés a conduit à promouvoir des technologies souvent inadaptées. Ces erreurs, généralement de surestimation, concernaient le niveau de pertes à réduire, le taux de remplissage des entrepôts (variable au cours d'une même saison), les prix et la demande du produit. En revanche les aspects liés à la production, à la diffusion, à la disponibilité de crédits pour le financement ont été sous-estimés. Les expériences suivantes, au Togo et au Bénin, sont des modifications mineures de la structure traditionnelle apportant une amélioration significative.

5.2.1 Amélioration des greniers à maïs du Sud du Togo

Le maïs occupe une place de choix parmi les cultures vivrières du Togo. Céréale la plus utilisée dans l'alimentation togolaise, le maïs entre dans la composition d'une vingtaine de mets locaux. Dans la moitié sud du pays, le maïs est récolté depuis longtemps deux fois par an. Dans les régions septentrionales, le maïs est produit, au détriment du sorgho, en une seule campagne annuelle. Dans les zones cotonnières, on cultive le maïs en rotation avec le coton depuis une dizaine d'années, alors qu'il est habituellement associé au manioc et au niébé dans les autres régions.

Un grenier à maïs bien entretenu permet au paysan de profiter de la hausse des prix au moment de la soudure (augmentation de 175 à 325% entre juillet-août et la soudure en mai-juin). Un pourcentage de 90 à 95% du maïs stocké et consommé est

produit par de petits paysans. Ceci a été pris en compte afin d'apporter des améliorations technologiques faibles investissements, partir des structures existantes. L'intensification de la production et l'introduction de techniques plus modernes seront envisagées par la suite.

Description technique

D'après les recherches sur le séchage effectués sur le grenier traditionnel "Bliva" (cf. Chapitre 4), Smith et Al. (1994) sont arrivés aux conclusions suivantes. Pour obtenir un séchage optimal des grains (faible taux d'humidité) il faut:

- **Maintenir des températures stables à l'intérieur des greniers;**
- **Réduire la surface du maïs exposée à l'air ambiant;**
- **Réduire les reprises d'humidité par le maïs après une pluie ou durant la nuit.**

L'enfumage réalisé durant les deux premières semaines de stockage et après chaque pluie permet de redistribuer l'humidité de façon homogène. Afin que la fumée pénètre bien dans la masse d'épis, en passant à travers la base de la plate-forme, un dispositif conique a été placé sur la plate forme (figure 5.6). La configuration idéale serait d'incorporer plusieurs ouvertures à trappe, couvertes de grillage, lors de la construction de la plate-forme. Les trappes seraient ouvertes le jour lorsque l'air est plus

sec et l'enfumage possible, et refermés pendant la nuit quand l'air est plus humide. Cette configuration est difficile à réaliser lorsque la plate-forme est faite de branches d'arbres. Des études doivent être poursuivies pour réaliser une plate-forme appropriée.

[Figure 5.6 - Grenier mudi d'un cylindre ou d'un cône plate-forme pour améliorer l'enfumage](#)

(Source: Kpakote et al, 1994)

5.2.2 Amélioration du stockage au sud Bénin

Le maïs est la culture vivrière principale et la base de l'alimentation des populations du sud et du centre du Bénin. Cette culture s'est étendue au nord du pays où elle constitue la deuxième culture de rente après le coton. Le maïs fait l'objet d'importantes transactions commerciales à l'intérieur du pays et vers les pays limitrophes. Sa production est passée de 271.000 tonnes en 1982 à près de 460.000 tonnes en 1992 grâce aux efforts des services de développement agricole.

Malgré ce dynamisme au niveau de la production et de la commercialisation, les pratiques traditionnelles de stockage sont demeurées inchangées et inadaptées à la production en hausse. L'apparition de nouveaux ravageurs des stocks a aggravé cette situation, entraînant des pertes élevées (taux moyen de perte passant de 10 à 15%,

◆ 30% pour le maïs de première saison).

Des tentatives d'amélioration, silos "Ditcher", sêchoirs "Brooks" (1976) et "cribs". (1985), ont eu peu d'impact en milieu rural. Le projet BEN/87/017, intitulé "Systèmes de stockage décentralisés, exécuté avec l'assistance technique de la FAO a proposé quelques solutions appropriées (Afomasse, 1994). Un diagnostic de la situation de référence a d'abord été réalisé à partir d'études sur l'environnement socio-économique de la "fonction stockage" et de l'évaluation proprement technique des structures et méthodes de stockage utilisées. Puis les améliorations ont tenu compte des préoccupations émises par les paysans, parmi lesquelles:

- la qualité du bois de construction de la plate-forme;
- la résistance et dureté de la structure (bambou);
- la protection des poteaux des greniers afin d'empêcher aux rongeurs de pénétrer dans les greniers;
- la période de récolte du maïs
- la préparation du produit avant son stockage;
- le traitement du maïs en spathes avec les pesticides recommandés par le service de protection des végétaux.

Les paramètres 2, 4, 5 et 6 ont été pris en compte lors des essais sur les greniers

modifiés.***Description technique des greniers modifiés***

Le grenier circulaire en bambou tressé (BT) pourvu d'un toit fixe en paille et d'une fenêtre à été retenu pour être modifié afin de correspondre aux besoins des paysans. Deux types de plate-forme ont été testés: la plate-forme fond plat (hauteur sol/plancher de 0,80m) et la plate-forme fond conique (hauteur sol/plancher de 1,20m et hauteur sol/base du cône de 60cm) qui permet une bonne répartition des charges et un meilleur séchage.

Les trois types de grenier améliorés sont:

- BT 2 Diamètre: 2m, hauteur: 2m, Capacité de stockage: 2 tonnes d'épis non despathés.
- BT 3 Diamètre: 3m, Capacité de stockage: 6 tonnes, cheminée centrale en bois, de forme conique (60cm de diamètre à la base, 1,6m de hauteur). (figure 5.7)
- BT 4 Diamètre: 4m, Capacité de stockage: 10 tonnes, muni de trois cheminées en bois (50cm de diamètre, 1,6m de hauteur) destinées à

favoriser le séchage (figure 5.8).

Figure 5.7 - Adaptation d'une cheminée sur la plate-forme d'un grenier traditionnel

(Source: Afomasse, 1994)

Figure 5.8 - Grenier de maïs muni de trois cheminées en bois de forme conique disposées sur la plate-forme pour la circulation d'air

(Source: Afemasse, 1994)

Résultats techniques

On observe au bout de trois mois que le taux d'humidité des grains descend de 15,3%, 15,8% et 15% respectivement dans les greniers BT 2, BT 3 et grenier témoin (tableau 5.1). Au bout de 6 mois, les taux d'humidité des grains sont bien en-dessous du niveau de sauvegarde (environ 13-14%). En revanche dans le grenier de 4m de diamètre (BT 4), au bout de six mois, la teneur en eau des grains est toujours supérieure à 15%, malgré le dispositif installé pour faciliter le passage de l'air. L'augmentation du diamètre des greniers améliorés au-delà de 3m n'est donc pas à conseiller.

Malgré un tri systématique des épis de maïs pour écarter ceux qui sont déjà moisissés, on observe un niveau non négligeable d'attaques de moisissures en cours de séchage dès au séjour prolongé des taux d'humidité élevés (tableau 5.2). Pour

les modèles BT2, BT3 et traditionnel, le niveau de moisissures reste faible mais peut représenter des risques considérables en l'absence d'analyse et de contrôle. Dans le cas du BT4 les taux de moisissures supérieurs à 10% sont définitivement trop élevés.

L'évaluation des dégâts dus aux insectes (tableau 5.3) montre l'effet significatif du traitement phytosanitaire associé à une préparation des épis avant stockage réalisée sur les greniers améliorés. On enregistre moins de 1,5 % de perte en poids au bout de six mois dans le grenier amélioré contre 6,2 % de pertes pour le grenier traditionnel.

Tableau 5.1- Evolution de la teneur en eau des grains

Diamètre du grenier	A la récolte	Après 3 mois de stockage	Après 6 mois de stockage
2 m	19,7 %	15,3%	12,6 %
3 m	20%	15,8%	13,6 %
4 m	20,7 %	16,7 %	15,4%
Témoin	18,9%	15%	11,7%

Tableau 5.2 - Dégâts dus aux moisissures (% de grains moisis)

Diamètre du grenier	A la Récolte	Après 3 mois de stockage	Après 6 mois de stockage
2 m	2,3 %	2,9 %	3,4 %
3 m	3,4 %	5,7 %	5,1 %
4 m	4,2 %	11,4 %	10,7 %
Grenier traditinnnel	2,9%	3,0%	3,2%

Tableau 53 - Pourcentage de perte en poids due aux insectes

Diamètre grenier	A la récolte	Après 3 mois de stockage	Après 6 mois de stockage
2 m	0,4 %	0,7 %	1,3 %
3 m	0,2 %	0,6 %	0,9 %
4 m	0,9%	0,9%	1,3 %
Grenier	0.6 %	1.6 %	6.2 %

traditionnel			
--------------	--	--	--

Résultats socio-économiques

Le coût du stockage comprend les coûts de construction, de traitement phytosanitaire, et de mise en stock. Le rapport coût/bénéfice est la plus value réalisée en différant la vente du maïs (tableau 5.4)

Tableau 5.4 - Coûts du stockage

Type de grenier	Coût du stockage	Coût/bénéfice après 6 mois
BT2	4.300 FCFA	2.125 F/tonne
BT3	3.150 FCFA	2.600 F/tonne
Traditionnel	4.100 FCFA	

Les pertes occasionnées par les parasites sont sensiblement réduites grâce à l'utilisation d'une structure de stockage performante associée à une récolte en temps opportun, une préparation des épis avant le stockage et un traitement phytosanitaire. L'autovulgarisation des techniques de construction de greniers améliorés a

commencent à se développer dans la zone d'intervention du projet, signe de l'intérêt suscité par la technique. Les paysans formés par le projet offrent et présentent leurs services rémunérés à d'autres paysans.

5.3 Silos

Les petits entrepôts traditionnels à enceinte fermée, sont utilisés par les agriculteurs dans presque tous les pays d'Afrique. Ils comprennent les silos souterrains ou silos-fosses et les structures hors terre faites en argile, souvent mélangée à un matériau liant, paille et bouse de vache notamment. On les rencontre dans les régions où les conditions hygrométriques de l'air, au moment de la récolte, permettent d'abaisser facilement la teneur en eau des grains jusqu'à 12% (ou moins) pour un bon stockage en silo (figure 5.9).

Depuis 25 ans on a tenté d'introduire des silos dits "améliorés", soit pour modifier une partie du silo traditionnel (plate-forme ou revêtement), soit pour remplacer le grenier végétal (figure 5.10). Les silos aériens en bois, en briques ou en béton et les silos souterrains possèdent des caractéristiques, d'étanchéité par exemple, adéquates pour un bon contrôle des insectes par fumigation. Néanmoins le taux d'adoption des techniques améliorées a souvent été faible pour diverses raisons (cf. début seconde partie du chapitre) et notamment: manque de disponibilité des

matériaux de construction, savoir-faire technique insuffisant et séchage additionnel nécessaire.

Deux expériences réussies, la diffusion de silos métalliques au Swaziland et le silo souterrain au Maroc, sont brièvement décrites ci-dessous.

5.3.1 La diffusion de silos métalliques au Swaziland

Cultivé par tous les agriculteurs du pays, le maïs est la nourriture de base au Swaziland. Après un séchage en crib ou sur le toit des maisons, toute la récolte est égrenée avant d'être vendue ou stockée à la ferme généralement dans des silos métalliques. Cela constitue un cas unique en Afrique, les tentatives d'introduction de ce type de silo dans d'autres pays africains ayant échoué.

Les premiers silos métalliques au Swaziland sont décrits dans les rapports du ministre de l'agriculture en 1940, mais ils ne se développent qu'à partir des années 50. A la fin des années 60, ils sont construits localement par des petites et moyennes entreprises de métallurgie. Il semble qu'aucune aide sous forme de formation ou de subvention n'ait été fournie à ces entreprises ou aux paysans utilisateurs. Il faut noter cependant que les communautés rurales sont relativement riches et ont accès facilement aux matériaux de type tôle galvanisée. En 1971-1972, 24,7% des exploitations agricoles possédait en moyenne 1,3 silo métallique par exploitation, soit

12.400 silos dans le pays. En 1979 cette estimation s'lev 15.000 silos. Une enquete en 1988-1989 dnombrait 30.000 silos (36% des exploitations avaient 1,2 silo par exploitation). En 1990, 70% des agriculteurs possdaient un silo. Aujourd'hui en 1994 le nombre approximatif de silos est de 45.500.

Description technique

La construction du silo est similaire celle des reservoirs eau locaux. Des feuilles d'acier galvanis de 0,63mm d'paisseur sont roulees et rivetes en anneaux pour former les murs du silo. Il faut deux feuilles par anneau pour une structure de 2 tonnes. On fixe des feuilles d'acier planes en haut et en bas pour former une enceinte hermétique. Les joints et les rivets doivent tre scells par soudure. La capacit d'un silo varie de moins d'une tonne 8 ou 9 tonnes de maïs grain. Ceux d'une trois tonnes sont les plus courants.

Le silo est install sur une base solide et niveau, surleve par rapport au sol (figure 5.11). Les paysans placent le silo l'ombre de grands arbres, sous des abris ou l'intérieur de leur habitation afin d'viter les phnomènes de condensation. Des silos bien entretenus durent plus de trente ans. Nanmoins ils ne sont pas considrés comme des structures permanentes. Ce facteur est primordial pour le paysan de Swaziland qui n'est pas proprietaire de sa terre.

Figure 5.11 Le silo métallique au Swaziland

La fumigation des grains

L'intérêt majeur du silo métallique est sa résistance aux rongeurs et la facilité de contrôle des insectes par fumigation. Les agriculteurs préfèrent la fumigation à la poudre insecticide. On scelle les silos pour la fumigation en recouvrant les ouvertures de remplissage et de vidange à l'aide d'un morceau de plastique épais (un vieux sac d'engrais par exemple) avant de placer les couvercles métalliques. Des années quarante à la fin des années soixante le fumigant utilisé était le bisulfite de carbone sous forme liquide. Depuis 1972 la phosphine a été adoptée après une campagne de vulgarisation et de promotion (tableau 5.5). De 1972 à 1975 la section "stockage des grains" a formé les paysans à l'utilisation efficace et sans risque des tablettes de phosphine. De plus, elle s'est substituée aux entreprises privées absentes du marché en établissant un réseau de distribution, en effectuant des démonstrations sur le dosage et sur les techniques pour sceller les silos. Ce type d'action associée aux conseils sur l'installation et l'entretien des silos ont fortement amélioré les conditions d'utilisation des silos métalliques au Swaziland.

Tableau 55 - Quantité de phosphine utilisée pour la fumigation au Swaziland

--	--	--

Années	Tablette utilisées	Quantité maïs traitée (tonnes)
1972-1973	1.151	384
1973-1974	2.975	772
1974-1975	10.024	3.341
1977	15.840	5.280
1978	146.880	48.960
1979	74.460	24.820
1992	293.320	97.440
1993	449.280	149.760

5.3.2 Les silos-souterrains au Maroc

Le stockage des grains en silos souterrains est une technique ancienne pratiquée dans plusieurs pays. Au Maroc beaucoup d'agriculteurs préfèrent le stockage souterrain pour la conservation de leurs denrées. On estime la capacité de stockage selon cette méthode environ un million de tonnes. Cette technique, également utilisée en Tunisie, en Egypte, et au Soudan est adaptée au contexte rural et aux petites exploitations lorsque les conditions du sol le permettent. L'atmosphère pauvre en

oxygène, crée l'intérieur de l'entrepôt souterrain permet de réduire les attaques d'insectes. Cela constitue un moyen naturel de lutte contre les ravageurs en substitution des produits pesticides souvent difficiles à se procurer (Bartali H., 1994).

Description technique

Traditionnellement le revêtement des silos souterrains est en paille (figure 5.12) ou en plastique (feuilles simplement collées les unes aux autres). Ces pratiques peuvent entraîner une pénétration de l'eau souterraine dans la masse de grain emmagasinée et provoquer des pertes considérables. Afin de réduire ces risques, on a comparé l'utilisation du revêtement classique en paille et l'utilisation de revêtement en sacs de polyéthylène confectionnés manuellement pour épouser la forme de l'entrepôt (figure 5.13). L'étude financée par le programme PSTC de l'USAID portait sur le stockage de blé dur dans des entrepôts de 1,5 tonne pour une durée de 16 mois. Lors de ce projet les agriculteurs étaient invités à assister à toutes les étapes de l'étude: remplissage et vidange des entrepôts, contrôle et évaluation des pertes.

[Figure 5.12 - Silo souterrain revêtu de paille](#)

(Source: Bartali, 1994)

[Figure 5.13 - Silo souterrain avec revêtement plastique](#)

(Source: Bartali, 1994)

Résultats

-La terre couvrant le silo protège le grain des fluctuations de température de l'air extérieur. Les températures au sein du silo revêtu de plastique restent voisines de 17°C alors que la température extérieure atteint 45°C. Dans les silos revêtus de paille le manque d'étanchéité entraîne une plus grande activité biologique dans la masse de grain et la température peut atteindre 30°C.

-L'humidité relative de l'air dans le silo qui était de 53% avant la mise en stock, augmente rapidement quelques jours après le remplissage pour se stabiliser autour de 73% (équilibre hygroscopique air-grain) trois mois plus tard.

-Les autres paramètres, concentration de CO₂, teneur en eau, poids volumique et perte en poids sec sont relevés dans le tableau ci-dessous et mettent en relief les meilleures performances du silo revêtement plastique.

-Le taux de germination diminue de 30% au bout de trois mois lorsque le grain est stocké dans un silo revêtu de paille alors qu'il conserve presque sa valeur

initiale dans le silo revêtu de plastique.

Paramètres mesurés selon le type de revêtement utilisé:

Type de revêtement	Concentration de CO2	Teneur en eau	Poids volumique	Perte en poids sec
Paille	17%	18%	754 g/l	19%
Plastique	13%	12,5%	674 g/l	3%

Le coût d'utilisation de sacs en plastique s'élevait en 1987 à 25\$ pour un silo de 1,5 tonnes. Cet investissement, de la valeur d'un quintal de blé, peut éviter à l'agriculteur la détérioration de plusieurs quintaux de son stock (humidité, baisse du pouvoir germinatif, valeur nutritive et commerciale). Plusieurs agriculteurs ont déjà adopté le revêtement plastique. A chaque récolte l'effort de vulgarisation se poursuit: définition de la nature du plastique utilisé, démonstration de la confection de sacs de plastique, des techniques de remplissage et de fermeture étanche des entrepôts. Des mesures incitatives au stockage décentralisé à la ferme ainsi qu'un assouplissement des délais de remboursement des prêts de campagne contractés auprès d'organismes de crédit ont été adoptés. (Bartali, 1994)

5.3.3 Les silos en argile armés de paille

Depuis 1987, une autre expérience pilotée par le Département de Génie Rural (à l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II de Rabat, a évalué les performances des silos en argile armés de paille (Bartali, 1994). Ces silos s'apparentent aux structures de stockage utilisées en Chine. En 1982, la FAO avait souligné l'intérêt de ce genre de structures dans les pays où existe une tradition de construction en terre et en paille pour les habitations rurales.

La structure est réalisée en matériaux locaux. La paroi est réalisée à partir d'un mélange d'argile et de paille hachée auquel sont incorporés des cordons de paille tressés disposés en cercle afin de compenser la pression du produit contre la paroi. Les agriculteurs utilisent également des silos verticaux en roseaux revêtus d'argile de 1 à 2 tonnes de capacité. Les avantages de ces silos sont à la fois le coût réduit, la simplicité de construction et la bonne isolation thermique offerte par la paroi. Deux silos pilotes d'une capacité de 15 tonnes ont été construits dans une région côtière et une région continentale.

Description technique

L'enceinte de stockage circulaire a une paroi de 0,45m d'épaisseur, une hauteur de 2,9m et un diamètre de 3m. Le fût en argile et paille est surélevé sur un promontoire

circulaire de 2m de hauteur comportant une porte permettant de contrôler le système de vidange. Le fond du silo est conique afin de faciliter la vidange à un débit de 6 tonnes par heure. Le toit en terre, paille ou plastique est de forme conique pour une meilleure aération et une évacuation des eaux de pluie. Le remplissage du silo se fait par l'intermédiaire d'une ouverture au niveau supérieur de la paroi. A ce niveau, des orifices grillagés améliorent la ventilation naturelle du grain.

Resultats

Les recherches sur ces structures ont porté sur le stockage de l'orge et du blé tendre pendant des périodes d'une à deux années consécutives. Ces silos, peu coûteux et durables, offrent de bonnes conditions de stockage puisqu'ils se prêtent à une bonne fumigation, sont caractérisés par des températures intérieures plus basses que celles de l'air ambiant et ont un faible taux de perte en poids sec (4%).

5.4 Banques de cereales

Les 25 dernières années ont été marquées par l'apparition du concept de "banques de céréales". et le développement de ces structures. A la suite des grandes sécheresses du début des années 1970 il a semblé nécessaire de mettre en place des structures villageoises, autogérées par les villageois, afin de limiter la situation

d'insécurité alimentaire et de compléter l'action des Offices Céréaliers ou de suppléer leurs défaillances. Cette idée reposait sur deux observations: i) la fluctuation saisonnière du prix des céréales (prix bas au moment des récoltes et prix élevés en période de soudure juste avant la récolte suivante), ii) les besoins de liquidités contraignant les paysans à brader leurs céréales ou à commercialiser des quantités plus élevées que leurs excédents réels les obligeant ainsi à acheter en période de soudure, période où les prix sont les plus élevés.

Le "grenier commun villageois" est en mesure d'acheter à la récolte, de stocker et de revendre à la soudure afin de:

- maintenir un stock minimum au niveau du village;
- fournir un approvisionnement à un coût moins élevé en période de soudure;
- donner un débouché aux paysans commercialisant leurs produits à la récolte quand les prix sont bas.

Les premières banques de céréales, établies au Burkina Faso entre 1979 et 1983 étaient essentiellement destinées à la sécurité alimentaire du village. Durant les années 1980, on a assisté au développement rapide des banques de céréales sous l'égide de programmes nationaux et de projets financés par des institutions

internationales et des organisations non gouvernementales. Ces actions mobilisant des ressources substantielles ont connu des niveaux de succès variables. Le tableau 5.6 présente une estimation du nombre de banques existantes inférieure au nombre de banques réellement créées du fait des fusions d'une partie d'entre elles.

Par la suite, les banques de céréales ont eu progressivement des fonctions accrues d'écoulement de la production et de régulation du marché, en tant que relais commerciaux des Offices Céréalières (Gergely et al., 1990). Cependant lorsque les nouvelles politiques céréalières nationales définies dans le cadre des programmes d'ajustement structurel ont supprimé ou considérablement réduit le rôle d'intervention des Offices, les banques de céréales se sont retrouvées seules face au marché, sans interlocuteur privilégié. Malgré cette difficulté, les banques de céréales ont apporté et apportent toujours aux groupements de paysans la possibilité de s'adapter aux nouvelles conditions d'organisation du marché.

Tableau 5.6 - Les banques de céréales dans quelques pays sahéliens (Gergely et al, 1990)

Pays	Nombre de banques	Tonnage équivalent (T)
Sénégal	240	4000

Mali	400	4700
Burkina Faso	800	6 7000
Niger	370	4800
Mauritanie	25	-
Tchad	500 1000	-

[Table des matieres](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Chapitre 6: d g ts et pertes en apr s-r colte

[Table des matieres](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

Il existe de nombreuses publications de la FAO traitant de ce sujet, en particulier le Bulletin FAO N°53 - Traitement et stockage des céréales vivrières par les ménages ruraux; (1983), le Bulletin PAO N°93 - L'Après-récolte des grains: organisation et techniques (1992); et le Bulletin FAO N°109 - Technique de stockage des céréales

(1994). Le chapitre suivant est extrait de ces publications.

Les moyens traditionnels de stockage au niveau villageois sont l'aboutissement de l'évolution de systèmes ingénieux et empiriques. Au fil des générations, les agriculteurs ont mis au point des techniques souvent très laborieuses et maîtrisées (cf. le Chapitre 5). Mise à part la fonction de stockage, les greniers et autres structures traditionnelles sont conçus de façon à réduire au maximum les pertes causées par les principaux ennemis des récoltes: insectes, moisissures, rongeurs ou incendies. La prolifération des insectes et des moisissures dépend de facteurs climatiques (humidité, température) et de la composition du milieu interstitiel du grain. La présence de rongeurs, de termites, d'incendies et de vols est liée aux techniques de construction du grenier (emplacement, matériaux et type d'architecture). L'évaluation des dégâts en cours de stockage dans les greniers traditionnels est mesurée précisément depuis peu. Les données disponibles sont fragmentaires et ne permettent pas d'être extrapolées à l'ensemble d'un pays ou d'une sous-région (tableau 6.1).

Tableau 6.1- Taux de perte lors du stockage du mil et du sorgho dans les greniers traditionnels d'Afrique

Pays	Produits	Pertes (%)

Sénégal	Mil en épis	2,2
	Sorgho en épis	5,3
	Sorgho en grains	9,5
Nord-Nigeria	Sorgho en épis	4,0
	Sorgho en grains	4,0
Mali	Mil en épis	2 à 4
Niger	Mil en épis	10,1
	Mil en grains	3,4
Burkina Faso	Mil en épis	6,9
	Mil en grains	8 mois de stockage

6.1 Degats et pertes

6.1.1 Les insectes

Si les paysans estiment difficilement les pertes causées par les insectes, en revanche ils sont en mesure de préciser la période d'infestation. Le projet de la FAO au Bénin

s'est intéressé à la façon dont les villageois perçoivent et estiment les pertes dus aux insectes à travers quelques critères: qualité de conservation entre variétés de céréales, période d'infestation. On affirme généralement que ce sont les insectes qui causent le plus de dégâts (Boxall, 1994).

Dans la zone climatique dite guinéenne, du Bénin, du Togo et de la Côte d'Ivoire, l'hygrométrie élevée, même pendant la courte période de saison sèche, favorise le développement des principaux ravageurs de grains: Le Sitophilus spp (charançon) et le Prostephanus truncatus (Grand Capucin du maïs). D'après les informations recueillies auprès des paysans, les pertes causées par ces insectes après six mois de stockage seraient de 2 à 3% sur du maïs en épis despathés. A cela s'ajoutent les pertes (jusqu'à 15%) lors du battage sur des grains détriorés par les insectes, après trois mois de stockage. L'apparition du Grand Capucin des Grains a remis en cause l'efficacité des greniers et des techniques traditionnelles.

Dans les autres zones de la sous-région, les conditions climatiques sont peu favorables à la prolifération des insectes communs pendant les cinq premiers mois de stockage (décembre à avril). Au mois de mai, l'hygrométrie plus élevée provoque l'apparition d'insectes. Les espèces observées sur le sorgho et le mil en épis sont Corcyra cephalonica (la teigne du riz), Phizopertha dominica (capucin du grain) et Tribolium castenum (Tribolium). Les dégâts causés par la teigne du riz sont faibles car ils se

limitent la couche supérieure du stock (20 cm).

6.1.2 Les moisissures

Le développement des moisissures est lié des conditions atmosphériques particulières (température, humidité) comme dans les zones sud en bordure du Golfe de Guinée où l'hygrométrie est très élevée. Dans le reste de la sous-région le climat ne favorise pas l'apparition de moisissures et les greniers installés sur des plates-formes sont convenablement isolés du sol. A moins d'infiltrations d'eau par un toit défectueux, les villageois ne signalent aucun cas de moisissures dans leurs greniers.

Dans les régions de Mopti au Mali et de Ayorou au Niger, des pertes importantes ont été relevées suite la remontée d'humidité travers le plancher en banco des greniers, seul écran entre le sol et le grain. Lorsque le stockage des épis de maïs, mil ou sorgho se fait même le sol dans les nouveaux magasins (dans le Guidimakha en Mauritanie, dans le Borgou au Bénin), des moisissures apparaissent dans la couche inférieure du stock.

Le cas des mycotoxines

Les mycotoxines sont des métabolites hautement toxiques produites par différentes moisissures. La toxicité des mycotoxines entraîne des maladies chroniques affectant

le système nerveux, le système cardio-vasculaire, le système digestif et pulmonaire. certaines mycotoxines sont cancérigènes et d'autres sont immunodépressives (réduction de la résistance aux maladies) (Cooker, 1994).

Les principales mycotoxines sont développées par certaines espèces d'*Aspergillus*, *Fusarium* et *Penicillium*. Les plus graves sont les aflatoxines incluant l'aflatoxine M1 du lait (produite par *A.flavus* et *parasiticus*), Ochratoxin A (*A. Ochraceus* et *P. Verrucosum*), Zearalenone et Deoxynivalenol (*F. Graminearum* et Fumonisins *F. monoliforme*).

6.1.3 Les rongeurs

Pour la plupart des villageois, la présence de souris dans les greniers est quasi permanente. Présentes dans les greniers en paille, elles arrivent également à s'introduire dans les greniers en banco par le toit ou en faisant un trou à la base et pouvant ainsi causer l'effondrement d'un grenier.

Dans le village de Missira (Sénégal) des rats sont apparus en grand nombre depuis une dizaine d'années. Visibles de jour comme de nuit, ils causent des dégâts importants sur les denrées stockées (jusqu'à 20% de pertes par an) tant par leur consommation que par leurs déjections.

6.1.4 Les vols et incendies

L'importance croissante des vols est une conséquence du manque de nourriture après plusieurs années de sécheresse. La crainte du vol est un facteur déterminant dans le choix des techniques de stockage. Les paysans se voient de plus en plus contraints de battre rapidement l'ensemble de leur récolte pour la stocker en grain, en sécurité dans les magasins. Dans la région de Tillabéry (Niger) certains préfèrent stocker le riz paddy à l'intérieur des cases ou des magasins même s'ils savent que cette méthode est défavorable à la conservation.

Les greniers en paille sont davantage sujets au risque d'incendie et donc sont construits à l'écart des habitations. A Missira (Sénégal) les villageois ont adopté le stockage en vrac dans les magasins en banco avec toit de tèles par crainte des incendies, même si ce type de stockage est moins efficace.

Sous la pression de causes socio-économiques, contrairement à l'usage qui cherche à éviter les incendies, les greniers se rapprochent des habitations ou gagnent des locaux n'ayant pas cette seule fonction, au détriment de la qualité de conservation.

6.2 Techniques de controle ou preservation

Les nombreuses études sur les niveaux de perte au stockage faites durant les vingt dernières années ont démontré que dans les systèmes après-récolte

traditionnels, les pertes sont généralement maintenues à des niveaux bas, autour de 5%. Cette valeur constitue un seuil optimal car l'évolution des systèmes de stockage n'offre pas toujours une protection adéquate aux denrées.

6.2.1 Les activités de préparation au stockage

Comme on l'a évoqué au chapitre 5 (Paragraphe 5.1.3), les activités de préparation au stockage (nettoyage des greniers, destruction des résidus infectés, sélection des épis sains et la récolte) permettent de réduire très sensiblement l'attaque des insectes. De plus l'hygiène est un préalable absolu pour assurer un contrôle efficace avec des produits chimiques.

6.2.2 La sélection variétale

Certaines variétés à haut rendement sont souvent plus sensibles à l'attaque des insectes que les variétés locales sélectionnées naturellement sur leur aptitude au stockage et leur résistance aux insectes. Dans la recherche agronomique, les sélectionneurs prennent en compte des facteurs liés à la production (rendement, résistance à la sécheresse) et à la transformation ou la consommation. La recherche de variétés résistantes aux insectes des stocks est parfois jugée secondaire lorsqu'un contrôle peut être obtenu à l'aide d'insecticides.

6.2.3 Les pesticides

Ce terme ici synonyme d'insecticides conventionnels s'applique aussi aux fumigants, insecticides locaux et aux biopesticides. Les pesticides sont considérés comme la technologie de protection des stocks la plus efficace. Ils ont gagné l'approbation des paysans, s'adaptent aux systèmes de stockage et demandent peu d'efforts pour être appliqués. De plus, ils sont économiquement rentables, la valeur du grain sauvé pouvant représenter 10 à 25 fois le coût de l'insecticide. Des bénéfices plus importants peuvent être obtenus dans les zones infestées par le Grand capucin des Grains. Cependant malgré l'emploi des pesticides, des pertes considérables en cours de stockage sont encore enregistrées.

Les insecticides chimiques

Les insecticides les plus communs pour le stockage des grains comprennent les organophosphorés - pirimiphos méthyl, chlorpiriphos méthyl, fenitrothion et malathion. En général très efficaces contre les ravageurs communs, ils le sont moins contre les Bostrichidae ou bostriches dont le Grand Capucin des Grains. Des pyrethroïdes de synthèse, tels que le deltaméthrine et le perméthrine, sont alors utilisés seuls ou associés à des composés organophosphorés contre cet insecte.

Une mauvaise utilisation des insecticides ou une utilisation d'insecticides inadaptés au

au système de stockage représentent un problème majeur. Pour du maïs stocké en épis faute de place ou de main d'oeuvre, le paysan est amené à égrener son maïs juste avant de le consommer ou le vendre. Or pour prévenir une infestation d'insectes le traitement doit être appliqué dès la récolte sur du maïs en grain. Parfois même, l'usage des insecticides peut être dangereux. En effet les paysans utilisent pour le stockage vivrier, des poudres fongicides, acaricides et insecticides réservés à la protection des semences comme HCH, Thioral, Thirame ou pire, Dieldrine et Endrine.

Devant cette situation plusieurs actions doivent être menées:

- L'inspection

Les méthodes pratiques d'inspection permettent de détecter des indicateurs ou des niveaux d'infestation correspondant à l'application du traitement, afin d'éviter des pertes importantes et des gaspillages en traitements insecticides superflus. Cette approche a été adoptée au Ghana, dans le cadre de la lutte contre le Grand Capucin. Les paysans savent identifier le seuil d'infestation à partir duquel il est nécessaire de traiter les insectes ravageurs communs. Pour le Grand Capucin, insecte introduit récemment en Afrique, le seuil semble encore difficile à détecter.

- La vulgarisation

Un effort d'information et de vulgarisation est entrepris principalement dans les zones consacrées à la culture du coton. Les services d'encadrement conseillent habituellement l'emploi d'insecticides reconnus comme peu nocifs et efficaces, notamment le pirimiphos méthyl. L'éducation des paysans représente une dépense importante pour le secteur public. Il serait intéressant d'investir dans la formation des commerçants distributeurs de pesticides qui sont une source d'information pour les agriculteurs. De plus l'amélioration de l'étiquetage des pesticides (formulation correcte et modes d'emploi) permettrait la transmission de l'information. Les emballages étiquetés devront être du format approprié afin d'éviter aux distributeurs de les subdiviser en emballages plus petits et non étiquetés, procédés dangereux.

- La distribution

Pendant un certain temps les pouvoirs publics ont pu supporter la fourniture d'intrants et de conseils d'utilisation. Les programmes de réforme économique ont restreint les budgets et ont conduit les organismes étatiques à se retirer de la distribution des intrants et à réduire les services de vulgarisation, laissant place au secteur privé. Il est essentiel d'assurer une distribution en temps et en quantités suffisantes des

insecticides recommandés afin de limiter les mauvaises utilisations de certains produits.

- La législation

Peu de pays disposent d'une véritable législation permettant de contrôler la composition de produits phytosanitaires, leur importation, leur commercialisation. Dans la plupart des cas les mesures législatives sont inexistantes ou non accompagnées de moyens d'application.

La gamme d'insecticides disponibles pour le grain stocké est assez limitée et l'introduction de nouveaux insecticides est lente. L'application d'insecticides sur les produits alimentaires est régie par la Commission Internationale du Codex Alimentarius. Tout nouveau produit chimique doit donc faire l'objet de tests toxicologiques et environnementaux. Le marché étant relativement restreint, les fabricants sont peu enclins à développer de nouveaux produits.

Les fumigants

Un autre risque des pesticides est la résistance des ravageurs cibles à l'effet du produit chimique au fumigant phosphine. Ce problème de la résistance des insectes au fumigant phosphine est encore plus sérieux que la résistance aux insecticides car il

n'existe pas de produit de remplacement pour la fumigation à petite échelle.

La fumigation à la phosphine est très attractive pour les paysans car la formulation en comprimés permet une distribution facile et une application simple. Cependant on sous-estime souvent les dangers que représentent un emballage inapproprié, la forte toxicité, les risques de réinfestation. Des enceintes étanches doivent être adoptées pour réaliser une fumigation en toute sécurité. Les fûts métalliques, les plastiques ou sacs doublés plastique, les silos en ciment non poreux, en métal ou en terre cuite représentent autant de possibilités. Le débat sur l'utilisation des fumigants continue, il semble irréaliste d'interdire leur utilisation. La formation des paysans et distributeurs semble aujourd'hui la meilleure solution.

6.2.4 Contrôle des mycotoxines

Pour que la contamination par les mycotoxines puisse être prévenue, il faut rapidement amener les produits au niveau d'humidité de sauvegarde et les y maintenir, mettre en place une lutte contre les ravageurs et rongeurs, et diminuer le taux de brisures dans les grains.

Une stratégie de contrôle des mycotoxines devrait mettre en œuvre les actions suivantes et être applicable par des opérateurs semi-qualifiés:

- Identification de la nature et de l'étendue du problème;
- Introduction de méthodes améliorées de manutention et de contrôle de la qualité;
- Utilisation de procédures de détoxification;
- Mise en place de groupes de travail avec des représentants de secteurs de la santé, de l'agriculture et de l'élevage sur les dangers provoqués par les mycotoxines;
- Appui et formation aux laboratoires nationaux.

Jusqu'à présent la mise en œuvre d'une telle stratégie est réalisée par des Centres de Mycotoxines établis avec succès au Pakistan, au Bangladesh, aux Philippines et partiellement en Zambie. L'établissement en Afrique de Groupes de Travail Régionaux sur les mycotoxines devrait être envisagé afin de déterminer les besoins d'étude et la stratégie à suivre en fonction des besoins. (Cooker, 1994)

6.3 Techniques alternatives

L'inquiétude causée par le coût, la disponibilité, la forte toxicité, la résistance des insecticides conventionnels a encouragé la recherche de composés alternatifs.

6.3.1 Les insecticides locaux

Les paysans ont traditionnellement utilisé toute une variété de produits locaux ayant des propriétés insecticides: des minéraux, des huiles et des produits végétaux extraits de plantes ou d'arbres.

Les minéraux

On utilise des minéraux tels que le sable, la chaux et la cendre sur les grains pour former un obstacle physique contre les insectes. Les quantités nécessaires varient de 10g par kilo de grains jusqu'à 50% du poids des grains à traiter. La conservation du Niébé, dans de grandes jarres étanches, emploie ces produits pulvérulents qui occupent le maximum d'espace interstitiel et éliminent l'air (oxygène). Cette méthode de préservation des légumineuses et graines est courante chez les Haoussa (Niger), les Bwaba (Mali) et les Dagari (Burkina Faso).

Les poudres très fines sont plus efficaces comme insecticides quoique difficiles à produire localement. Elles nécessitent l'utilisation de procédés industriels pour faire face aux sous-produits poussiéreux affectant les travailleurs. Certaines poudres sont

depuis fort longtemps commercialisés pour contrôler les insectes. Ces poudres inertes, absorbantes ou desséchantes agissent sur la cuticule de l'insecte entraînant la perte de fluide, la déshydratation et la mort de l'insecte. Cependant l'action de ces poudres n'est efficace que lorsque le micro-environnement du grain est suffisamment sec pour permettre une dessiccation rapide

Les huiles

L'effet des huiles sur les grains est complexe. Certaines huiles forment une barrière physique, d'autres agissent comme des agents répulsifs, tandis que d'autres possèdent de véritables propriétés insecticides. Efficaces contre les bruches, leur utilisation devient coûteuse à cause du taux d'application de 5 à 10 ml par kilo de grains et peut affecter le pouvoir de germination. L'usage des huiles est une alternative prometteuse mais les méthodes d'extraction d'huile et de nettoyage des grains doivent être améliorées.

Les produits végétaux

Les paysans utilisent des produits d'origine végétale (feuilles, tiges, racines, fleurs, fruits) contre les insectes des stocks et les termites. Parmi les plantes dont l'utilisation a été le plus souvent recensée, on cite *Hypas spicigera*. Elle est utilisée pour la protection des légumineuses en gousses (niébé, voandzou, arachide), sous forme de

poudre sur les céréales ou d'enduits de crêpissage.

Le neem (azadirachta indica) est le plus populaire et prometteur des végétaux à effet insecticide. Des extraits de neem et des produits dérivés ont même été fabriqués et commercialisés comme insecticides. D'autres matériaux prometteurs existent dont "sweet flag" (Acorus calamus), "wormseed" (Chenopodium ambrosioides) et le piment à l'odeur et au goût répulsif (Piper spp).

D'autres plantes sont recensées mais leurs noms scientifiques n'ont pu être identifiés. En particulier, chez les Dagari du Burkina Faso, la plante appelée Naplaw. Les tiges et les feuilles séchées et pilées sont réduites en poudre et mélangées à de la cendre comme support. L'application se fait par couches successives sur les stocks de sorgho, riz et arachide. On ne peut l'utiliser sur le mil qui est moulu sans décortilage préalable car le Napkaw a des propriétés enivrantes voire paralysantes. Plus efficace que l'Actellic à cause de son odeur répulsive, le Napkaw persisterait pendant trois ans. Ceci reste à vérifier expérimentalement. Le Nakpaw, dont les fruits rappellent les gousses de soja est connu chez les Lobi du Burkina Faso sous le nom de "Tingtingou" ou "plante qui tue les mouches" mais est utilisé pour soigner les animaux.

Chez les Gourounsi (Burkina Faso), on utilise les fleurs du Cymbopongo giganteus appelé solo contre les insectes et chez les Gourmantché, une plante nommée Jumfani

protège le niébé en gousses.

La production de matériaux naturels insecticides a plusieurs effets bénéfiques:

- Assurer l'indépendance par rapport aux systèmes nationaux d'approvisionnement;
- Réduire les coûts d'acquisition des insecticides;
- Créer des emplois locaux pour la collecte, la transformation de la matière première.

Malgré ce grand intérêt, peu d'institutions se sont occupées des problèmes de production, collecte, transformation et application de ces composés, à savoir:

- Nécessité de grandes quantités de produits naturels;
- Coût de récolte et de transformation;
- Risque de toxicité et de souillures en ce qui concerne les répulsifs odorants;
- Nettoyage du grain avant usage;
- Disponibilité du produit à la bonne période de l'année;
- Différence de matière active dans la plante selon les saisons et les systèmes de culture.

6.3.2 Les régulateurs de croissance

Les régulateurs de croissance sont des composés qui agissent sur le processus biochimique des insectes et les empêchent de se développer. Les modes d'action des régulateurs de croissance varient. Certains provoquent l'inhibition de la production de chitine nécessaire à la formation du cuticule. D'autres dérèglent la production d'hormones contrôlant la métamorphose et le développement. Le contrôle est donc lent. Spécifiques à l'espèce, ils ne sont pas neurotoxiques et ne risquent pas d'être nuisibles à l'homme ou à d'autres vertébrés.

Connus disponibles sur le marché, le développement des régulateurs de croissance comme agents de contrôle a été lent. Il est prématuré d'affirmer qu'ils deviendront des alternatives viables. Les procédures d'enregistrement pour une application sont longues et coûteuses ce qui réduit leur compétitivité en terme de coût.

6.3.3 Le contrôle biologique

Le contrôle biologique consiste à introduire un prédateur naturel spécifique d'un ravageur afin de le détruire de manière durable. Le contrôle biologique, encore rare, entraîne peu ou pas de charge récurrente et peu d'effort de la part du paysan. Il est expérimenté en Afrique pour le contrôle du Grand Capucin, en utilisant *Teretriosoma nigrescens*, son ennemi héréditaire originaire d'Amérique Centrale. Les résultats de ce moyen de contrôle du Grand Capucin effectués au Kenya, au Togo et au Ghana ne

sont pas encore connus mais en cours d'évaluation au Ghana (suivi et analyse de l'impact).

Le débat reste actuel quant à la faisabilité économique du contrôle biologique. Opération à faible coût, certains affirment que les bénéfices étant assurés, il n'est pas nécessaire d'investir pour les quantifier. Néanmoins il semble judicieux de suivre l'influence sur les ravageurs et les coûts économiques afin de savoir, à partir des faits, si la stratégie de contrôle biologique est appropriée ou s'il faut choisir d'autres alternatives.

6.3.4 Perspectives

Le contrôle des insectes ravageurs des stocks nécessite une évaluation spécifique pour chaque situation particulière.

Les méthodes traditionnelles de lutte ainsi que les pratiques d'avant stockage réduisent de manière significative les infestations par les insectes. L'utilisation des insecticides naturels doit être encouragée par plus de recherche de terrain et d'aide au développement de technologie pour l'extraction ou la transformation des composés naturels. Néanmoins il faudra estimer au plus juste le coût d'utilisation des composés alternatifs (coûts de développement, toxicité, et procédures d'enregistrement).

L'emploi des insecticides conventionnels, utilisés pendant un certain temps encore, devra être amélioré (formation, approvisionnement) afin d'éviter certains problèmes comme la résistance des insectes aux produits chimiques.

Enfin la mise en oeuvre de nouvelles structures de stockage et d'emploi des pesticides doit être techniquement et socio-économiquement acceptable pour chacun. Ceci sera d'autant mieux accompli que la participation active des paysans sera importante dans les différentes phases de développement et d'essais des technologies.

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Chapitre 7: transformation des grains

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

7.1 Decorticage et mouture des grains locaux

En Afrique, la femme en milieu rural consacre beaucoup de temps et d'efforts à la transformation des céréales locales, telles que par exemple le mil et le sorgho. Dans les pays où ces céréales étaient traditionnellement la nourriture de base des populations, on note en zone urbaine une tendance de plus en plus forte vers l'utilisation de céréales de substitution, comme le blé et le riz, qui sont déjà transformés et prêts à être utilisés. La pénibilité de la tâche et la faiblesse des services de décorticage des grains locaux en milieu urbain liées au faible coût des céréales de substitution, expliquent ce phénomène qui voit marginaliser sinon disparaître les céréales traditionnelles telles que le mil et le sorgho.

7.1.1 Sorgho et mil

Lorsqu'on examine une coupe longitudinale d'un grain de sorgho ou de mil, on distingue trois parties principales: i) le péricarpe (couches externes du grains); ii) l'endosperme (l'albumen farineux riche en amidon) et iii) le germe (ou embryon dont le développement donne naissance à la nouvelle plante).

Figure 7.1- Coupe longitudinale d'un grain de céréale

(Source: François, 1988)

Le péricarpe, aussi communément appelé "son" lorsqu'il est séparé du grain, est constitué surtout de fibres et parfois d'éléments antinutritionnels. Les péricarpes

minces ont tendance à adhérer très fortement à l'amande, contrairement aux péricarpes épais. Cette caractéristique physique du grain a une influence négative sur le décortiquage.

Certains grains de sorgho ont la particularité de posséder une couche colorée (du brun au violet) appelée testa, immédiatement sous le péricarpe. Cette coloration est associée à la présence d'une forte concentration de polyphénols (aussi appelés tannins) qui inhibent la capacité de l'organisme humain à digérer les protéines du grain. C'est la raison pour laquelle, dans le procédé traditionnel de décortiquage, l'opération est poursuivie jusqu'à ce que toute la couche de testa soit enlevée.

L'endosperme comporte une partie cornée (ou vitreuse) et une partie farineuse. Les proportions relatives de ces deux parties vont déterminer la texture du grain (une caractéristique importante dans la qualité de la farine produite). La proportion d'endosperme corné détermine la capacité du grain à supporter le décortiquage traditionnel au pilon sans se réduire en poudre. Plus cette proportion est importante, moins il y aura de brisures lors du décortiquage au mortier et pilon.

Le germe contient essentiellement la matière grasse et des corps protéineux. Chez certains cultivars de sorgho, le germe est profondément ancré dans l'endosperme, rendant son extraction difficile. Bien qu'une farine contenant une portion du germe se

conserve mal, cause des phénomènes de rancissement, elle est beaucoup plus nutritive.

Avec des céréales comme le blé ou le maïs par exemple, une simple mouture des grains suivie d'un tamisage de la farine obtenue, permet d'enlever le "son". Par contre, dans le cas du mil et du sorgho, un tel procédé n'est pas possible. En effet, le péricarpe du grain de mil ou de sorgho a la particularité de se pulvériser en fines particules lorsque le grain est écrasé. Ces particules de "son" sont alors impossibles à séparer du reste de la farine par tamisage. Pour cette raison, si l'on veut enlever le son du grain de mil et de sorgho, il faut nécessairement passer par un procédé séparé qui est le décortilage.

Le but du décortilage est d'enlever les couches externes du grain qui contiennent surtout des fibres, et parfois des tanins, dont la présence dans la farine affecte la qualité de cuisson, le goût et la texture de l'aliment. L'objectif de l'opération de décortilage est donc d'enlever efficacement toutes les couches de péricarpe et de testa, tout en minimisant les pertes de certaines parties de l'endosperme et du germe. Le niveau de décortilage nécessaire pour arriver à ce résultat optimal varie d'un type de grain à un autre, et même d'une variété de grain à une autre (tableau 7.1).

Le procédé de décortilage le plus communément utilisé en Afrique consiste encore

◆ piler le grain dans un mortier en bois. C'est une opération pénible qui incombe toujours ◆ la femme. En général, le grain est d'abord humidifié (environ 50g d'eau par kg de grain), avant d'être pilé au mortier, séché au soleil et finalement vanné pour enlever le son.

En 1981-82, le projet régional FAO/RAF/045/DEN, en collaboration avec l'ICRISAT, a mené une étude sur les méthodes traditionnelles de décortiquage et de mouture des grains au Mali (Vanek, 1986). Pour le décortiquage, quelques résultats de cette étude sont présentés au tableau 7.2.

Tableau 7.1- Proportions relatives de péricarpe, endosperme et germe dans quelques types de grains de sorgho de mil (Bassey et Schmidt, 1989)

	Péricarpe %	Endosperme %	Germe %	Rendement théorique %
Sorgho ◆ péricarpe ◆ pais	6,0	84,0	10,0	94,0
Sorgho ◆ péricarpe mince	3,0 - 5,0	90,0	5,0 - 7,0	95,0 - 97,0
Mil ◆ gros grain	7,0	76,0	17,0	93,0

Mil grains moyens	7,5	75,0	17,4	92,5
Mil petits grains	10,6	74,0	15,5	89,4

Tableau 7.2 - Quelques paramètres sur l'efficacité de la méthode traditionnelle de décortilage manuel des grains au Mali (Vanek, 1986)

Produit	Capacité (kg/h)	Taux d'extraction (%)	Consommation énergétique spécifique* (Kj/kg)
Sorgho	4 - 6,5	65 - 75	40 - 70
Mil	7 - 13,0	55 - 75	20 - 40
Mais	9,0	60	30

* La consommation énergétique spécifique a été calculée en faisant le produit de la durée du pilage par la puissance moyenne d'une personne, estimée à 75 Watt.

7.1.2 Description technique

Afin de bien se comprendre lors de la comparaison de performances de diverses opérations de décortilage, il convient de revenir sur la définition de trois

paramètres souvent employés:

- Le taux d'extraction mesure le niveau de décortiquage que la personne qui supervise l'opération, c'est-à-dire la femme, a jugé acceptable pour indiquer la fin de l'opération; c'est la proportion (en pourcentage de poids) de grains décortiqués par rapport au poids initial des grains non décortiqués. Ainsi par exemple, lors du décortiquage du sorgho au Mali, par la méthode traditionnelle, le taux d'extraction est de 65 - 75% (tableau 7.2)
- Le rendement théorique est la proportion des grains (en pourcentage de poids) qui représente la portion optimale consommable ou acceptable par l'utilisateur. Avec du sorgho péricarpe (pays par exemple, le rendement théorique est de 94,0%, pour quelques types de grains de sorgho et de mil (tableau 7.1).
- L'efficacité du décortiquage (en %) fait intervenir les deux paramètres précédents,

Elle permet une mesure objective de l'efficacité de l'opération et la comparaison d'équipements et de grains en termes de performance au décortiquage. Elle est donnée par la formule suivante:

Efficacité du décortiquage (%) = $(100 - RT)/(100 - TE) \times 100$

RT = Rendement théorique (en %)

TE = Taux d'extraction (en %)

7.1.3 Décortiqueuse type Engleberg

Plusieurs tentatives ont été menées en vue de mieux valoriser les céréales locales en mécanisant leur transformation, notamment le décortiquage. Ce fut d'abord des décortiqueuses de type "Engleberg" qui furent introduites et sont toujours les plus utilisées en Afrique pour le décortiquage des céréales. Ces machines ont l'avantage d'être simples et robustes. Cela a favorisé le développement d'une fabrication locale et la plus grande disponibilité de pièces de rechanges dans les marchés.

Bien que conçue pour fonctionner en continu, la machine est en général utilisée pour décortiquer des petits lots d'environ 5 kg en prestation de services. Ainsi, la capacité de la machine diminue très vite et sa consommation spécifique d'énergie augmente, avec une diminution de la taille des lots décortiqués (Tableau 7.3).

Le grain est souvent humidifié en ajoutant de l'eau juste avant le début de l'opération. Cela a pour effet d'assouplir la surface externe des grains et de faciliter le

détachement du péricarpe durant les actions de friction et de pression de l'intérieur de la machine. Les taux d'extraction typiques sont de l'ordre de 65-70%, ce qui correspond aux niveaux obtenus avec le décorticage manuel au mortier.

Tableau 73 - Performance de la décortiqueuse de type Engleberg au Mali (Vanek, 1986)

Produits	Capacité (kg/h)	Taux d'extraction (%)	Grains brisés (%)	Consommation spécifique d'énergie (kJ/kg)
Sorgho	174	71	30	124
Mil	155	70	14	111
Mais	198	67	90	58

7.1.4 Décortiqueuses à surface abrasive

Le principe de fonctionnement de ces décortiqueuses est essentiellement basé sur la friction des grains sur une surface abrasive, ce qui a pour effet d'enlever la couche externe des grains. La friction grain contre grain contribue aussi au décorticage, dans une certaine mesure. La surface abrasive peut être stationnaire ou bien animée d'un mouvement de rotation.

Décorthiqueuse à cône stationnaire

Dans le cas de la décorthiqueuse FAO (Fonderies des Ateliers de l'Ouest), la surface abrasive est un cône stationnaire. Le grain est mis en mouvement et frotte sur le cône par l'action de lamelles de caoutchouc rotatives. La capacité de la machine varie entre 200 et 275 kg/h, pour un taux d'extraction d'environ 78% et une consommation spécifique d'énergie de 75 à 95 kJ/kg. La machine dispose d'un système de séparation du son et des grains décorthiqués. Malheureusement, cette décorthiqueuse qui a été introduite au Sénégal dans les années 1970 pour le décorthiquage du mil et du sorgho, est de construction trop compliquée pour un usage en milieu rural. Cela explique peut-être l'arrêt de sa diffusion dans ce pays.

Décorthiqueuses à disques abrasifs

Les décorthiqueuses à disques abrasifs sont de conception simple. Elles consistent essentiellement en un caisson en acier léger à fond semi-circulaire, à l'intérieur duquel tourne une série de disques abrasifs fixés sur un axe (figure 7.2). En opération, la quantité de grain chargée jusqu'au niveau de l'axe de rotation, dépend du volume du caisson. L'action de friction entre les grains et la surface abrasive des disques, en plus des frictions grain-grain, entraîne l'enlèvement du péricarpe.

[Figure 7.2 - Décorthiqueuse à disques abrasifs ou décorthiqueuse PRL/RIIC](#)

(Source: UNIFEM, 1988)

Le premier prototype de décortiqueuse à disques abrasifs fut introduit au milieu des années 1970 au Botswana, au Sénégal et au Nigeria, pour des essais en station de recherche avec l'assistance du Centre International de Recherche pour le Développement (CRDI). Cette première machine, alors appelée "décortiqueuse PRL", était conçue pour opérer en continu, avec une capacité variant entre 250 et 500 kg/h, selon le type et la variété de grain. La quantité minimum de grain qu'on pouvait y décortiquer était de 20 kg.

La décortiqueuse PRL/RIIC est une version modifiée et améliorée de la précédente. Elle fait l'objet d'une fabrication locale et d'une large diffusion auprès des minoteries privées au Botswana.

7.2 Etude de cas sur le decortilage du riz au mali

La région de Ségou compte parmi les régions les plus productrices de riz au Mali. Depuis les années 1970, l'Office du Niger a été chargé de promouvoir le développement de la riziculture irriguée et l'intensification de la production (double culture). La production a plus que triplé entre 1981 et 1994 (tableau 7.4). L'Office du Niger avait jusqu'en 1984 le monopole de la filière riz. Actuellement 44.000 ha (30 %

50% de la production nationale) sont sous la tutelle de l'Office. Les producteurs (environ 10.000 cultivant chacun 4 ha en moyenne) ne sont plus obligés d'y vendre leur paddy.

Depuis 1979, le Gouvernement des Pays-Bas assiste l'Office du Niger à travers le projet ARPON (Amélioration de la riziculture Paysanne dans l'Office du Niger) afin d'accroître production et productivité. En 1989 le projet ARPON, évaluant les besoins des villageois, a soutenu les Groupements d'Intérêt Economiques Féminins (GIEF) dans la mécanisation du décortiquage du riz. Ce projet intitulé "action décortiqueuses" devait servir de moteur au développement socio-économique de la région en créant de nouvelles opportunités d'emplois et de revenus pour les femmes et en améliorant la situation financière et le statut des GIEF. En effet le décortiquage mécanisé permet aux femmes de valoriser leur produit, en vendant du riz et non pas du paddy, tout en gagnant du temps en remplaçant le pénible pilonnage manuel. En outre un sous-produit, son et balles pulvérisées, peut servir d'aliment de bétail.

Tableau 7.4 - Niveaux de production de riz dans la région de l'Office du Niger

Années	Superficie (ha)	Rendements (kg/ha)	Production (tonnes)
1980-81	35.589	1.977	69.290
1984-85	38.154	1.680	64.086

1989-90	44.251	2.411	106.593
1993-94	45.442	4.900	222.665

7.2.1 Introduction de la technologie

L'équipe du projet en collaboration avec les intéressés a choisi la décortiqueuse VOTEX parmi les équipements existants, pour différentes raisons:

- Son coût moindre par rapport aux autres décortiqueuses;
- Sa facilité d'utilisation, d'entretien, de réparation;
- La possibilité d'une fabrication locale, par l'Atelier d'Assemblage de Matériels Agricoles (AAMA).

L'introduction de cet équipement a été possible grâce au "Fonds de développement Villageois. qui mettait à disposition un crédit à 9%, remboursable en deux ans.

L'organisation du projet s'est déroulée autour de plusieurs équipes:

- Des équipes de travail (2 ou 3 femmes parfois assistées d'un jeune opérateur de machines) chargées du décortilage, de l'entretien et de

l'administration du matériel. Ces équipes ont reçu une formation l'opération et la maintenance et une rémunération équivalent 7-10% des revenus bruts.

- Des comités de gestion forment la tenue des livres comptables, l'administration et l'organisation des groupements.

Lors de réunions des groupements, les questions générales (heures de fonctionnement, prix des services, résultats de l'activité, utilisation des fonds) étaient discutées avec toutes les femmes du groupement.

7.2.2 Evaluation des résultats

Dès le début du projet en 1989, 78 unités de décortiquage ont été installées dans 76 villages. Le traitement a été effectué sur 10.000 tonnes de riz avec un bénéfice total net de 133.000 dollars US (1\$=300F CFA) pour les 76 villages. Toutefois, tous les groupements n'ont pas connu le même niveau de réussite. En 1992 seules 56% des unités de décortiquage ont pu rembourser la totalité de leur dette. 50% des unités ont été obligées de cesser temporairement ou définitivement leur activité de décortiquage.

L'activité de décortiquage se présentait comme une activité génératrice de profits

◆ ses débuts, cependant la rentabilité a rapidement décliné par la suite pour différentes raisons:

- Les producteurs de riz devant la réussite financière des GIEF en 1989 ont acheté leurs propres machines, devenant des concurrents de taille. En 1992, 400 décatiqueuses privées étaient dénombrées. Or les GIEF, en tant que collectif ont eu beaucoup de mal à réagir de façon directe et rapide à cette situation concurrentielle.

- Le choix technique des concurrents a porté sur des décatiqueuses fabriquées en Inde et en Chine (même modèle "Engelberg" à rouleau en fonte), de plus grande capacités (300 à 400kg/h) et produisant du riz plus blanchi, mieux apprécié par les consommateurs. En comparaison la décatiqueuse VOTEX a une capacité de 150kg/h, un rendement élevé de 81 à 87%, mais elle produit un riz brun (=non blanchi) malgré la préférence des consommateurs pour le riz blanc. L'avantage de la mobilité du matériel n'a pas été exploité en offrant un service porte à porte.

- Le service "entretien et réparation" des équipements devait être assuré par les techniciens de l'Office du Niger. En fait ces derniers accordaient la priorité aux unités privées de décatissage avec lesquelles ils avaient signé

des contrats de maintenance.

- La concurrence accrue entre prestataires de services fit chuter les prix du décapage de moitié entre 1989 et 1993. Parallèlement les coûts du carburant et des pièces détachées augmentèrent. Cette situation entraîna une forte démotivation des femmes des GIEF.

- Le manque d'esprit d'entreprise de la part des GIEF résume les difficultés rencontrées dans l'opération "Action décapageuse". Dans la pratique la majorité des femmes n'a pas réagi en tant que "groupes de productrices" (responsabilité conjointe et propriété collective) mais comme des consommatrices individuelles considérant la décapageuse comme un simple outil domestique. S'intéressant très peu au déroulement de l'activité, à la gestion et à l'administration, les membres des GIEF n'ont pu s'adapter à une situation concurrentielle nouvelle (ajustement des prix, réponse aux besoins des consommateurs). (Zommers, 1994)

7.3 Etude de cas sur le to de sorgho

Dans la zone soudano-sahélienne, le sorgho est consommé par près de 30 à 40 millions de personnes sous forme de "porridges" fermentés ou non, neutres (Cameroun

et Nord Togo), acides (Burkina-Faso) ou alcalins Mali). Le nom le plus couramment utilisé au Sahel pour ces porridges est le **té**.

Les critères de qualité exigés par les consommateurs sont:

- La texture: le **té** doit être ferme et ne doit pas coller aux doigts ni aux dents.
- La conservation: le **té** doit conserver sa texture jusqu'au lendemain matin sans qu'il y ait exsudation d'eau.
- La couleur.
- Le goût: il varie selon les ethnies et semble en partie masqué par celui de la sauce d'accompagnement.

Les conclusions de l'étude sur les critères de qualité du **té** sont:

- La vitrosité et la dureté des grains n'ont aucune influence sur la texture du **té**.
- Moins il y a de cendres et de protéines, plus il y a d'amidon dans le grain décortiqué, plus le **té** est ferme. Par conséquent une variété de sorgho sera intéressante pour le **té**, si un décorticage efficace élimine les parties périphériques (abrasion poussée) tout en réalisant un rendement élevé.

(supérieur 75-80%).

- Un grain d'ortique d'une teneur d'environ 1% en matières minérales donne un t assez ferme.

- 70% de la texture du t est due aux caractéristiques de l'amidon (solubilité et gonflement 85°C, teneur en amylose). Un t est d'autant plus ferme que la teneur en amylose est élevée.

Contrairement aux variétés locales de sorgho, les variétés améliorées de bonnes qualités agronomiques (rendement, résistance) donnent des t souvent mous peu appréciés des consommateurs.

Un projet de norme régional africain a été rédigé par le Codex Alimentarius FAO/OMS. Pour le sorgho en grains (entiers ou décortiqués), les teneurs en eau, cendres et protéines, cellulose et matières grasses, taux d'impuretés et de décortilage, conditions d'hygiène et d'emballage ont été fixés. L'application de cette norme demande un effort important des pays et opérateurs concernés. Pour les farines de sorgho la teneur en cendres doit être comprise entre 0.9 et 1.5% (matière sèche) et la granulométrie doit être inférieure 0.5mm pour la farine fine et inférieure 1mm pour la farine moyenne. L'application de ces normes n'est pas obligatoire mais elle permet au transformateur et à l'utilisateur de caractériser et

positionner son produit.

Depuis la dévaluation du franc CFA, la consommation des céréales locales augmente en zone urbaine. L'amélioration de la qualité de cet approvisionnement doit être encouragée. Les trois critères de qualité qu'il convient de respecter au stade de la transformation et de la mouture sont le choix des variétés, la propreté des grains et la granulométrie des produits de mouture. Les différents Instituts ou laboratoires de technologie alimentaire, directement concernés par la valorisation des céréales, ont un rôle à jouer dans la promotion de la qualité au niveau de la formation, de l'incitation par les prix et du choix de matériel de transformation.

Au stade de la commercialisation et de la distribution, d'autres critères de qualité interviennent, en particulier l'emballage et la durée de conservation des produits, non abordés ici. Sur les marchés et dans certains magasins, on trouve des produits céréaliers traditionnels, emballés dans des sachets plastiques avec parfois des conseils d'utilisation. Cet important développement mérite d'être accompagné.

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Chapitre 8: qualite des grains

[Table des matieres](#) - [Precedente](#) - [Suivante](#)

La qualite technologique d'un grain reside dans la relation entre ses caracteristiques de ce grain (texture de l'endosperme, taille et forme, epaisseur du pericارpe) et son comportement la transformation (decorticage ou mouture). Ces differences de qualite technologique sont souvent mises en cause lorsque de nouvelles varietes a forte potentialite agronomique, selectionnees par les agronomes, donnent de moins bons resultats la transformation que les varietes traditionnelles locales.

La qualite des produits commerciaux recouvre des significations differentes selon les operateurs de la filiere, depuis le producteur jusqu'au consommateur (Faure, 1994):

- Les commerçants et les organismes stockeurs veulent des grains secs, propres, non infestés ni endommagés.
- Les meuniers veulent des grains propres en lots homogènes, pas trop durs au broyage et donnant un rendement élevé en produits de mouture.
- Les transformateurs veulent des produits decortiques ou concasses de

taille homogène, sans sable ni autres impuretés, sans odeur parasite et non infestés.

- Les consommateurs sont sensibles à la couleur, la texture, l'odeur et le goût du produit cuit final.

Ces critères de qualité, plus ou moins reflétés dans le prix, sont omniprésents même si les normes de qualité en vigueur sont souvent peu respectées (manque de contrôle et gain pour l'opérateur sous-estimé).

8.1 La texture

8.1.1 Le maïs

Les variétés à texture farineuse sont plus faciles à moudre que les variétés à texture vitreuse qui donneront plus de semoule et de grits. Pour classer les variétés selon leur degré de vitrosité (de 1 à 5), on apprécie visuellement la surface vitreuse de l'endosperme des grains, observés sur coupes transversales. Un grain vitreux (ou "corn") sera classé 1, un grain farineux (ou "dent") sera classé 5.

Il existe également un mini-test de broyage des grains qui détermine un indice de

dures et fondes sur la taille des particules broyées. Plus l'indice est faible, plus le grain est difficile à broyer. On a pu ainsi prévoir les rendements en brisures de maïs des variétés cultivées au Sénégal.

Au Togo, les variétés de maïs tendre sont appréciées des consommateurs car elles donnent une farine fine avec un minimum de passage au moulin à meule. Des variétés améliorées comme NH1F, Mexico 8049 ou TZSR présentant les mêmes facilités de transformation ont été bien acceptées. Par contre une variété comme La Posta demandant 2 à 3 passages au moulin devient plus coûteuse et la transformation et donc est moins intéressante.

8.1.2 Le sorgho

Contrairement au maïs, le sorgho est généralement décortiqué avant broyage en farine. Les rendements en grains décortiqués sont plus élevés avec des sorghos endosperme dur qu'avec des sorghos endosperme farineux (même principe de mesure que pour le maïs).

8.2 Autres caractéristiques des grains

8.2.1 Forme et taille des grains

Les variétés de sorgho à grains ronds et/ou à grains de taille supérieure ont des rendements au décortiquage plus élevés. Pour un rendement maximum on a intérêt à classer les grains en trois groupes, petits, moyens, gros et à décortiquer chaque groupe séparément. A défaut on doit éliminer les grains de petites tailles par tamisage avant décortiquage. Cette possibilité technique existe dans les installations industrielles existantes en Afrique (Soudan, Sénégal, Tanzanie) mais est rarement utilisée.

8.2.2 Epaisseur du péricarpe

Le décortiquage mécanique par voie sèche donne de meilleurs rendements avec des sorgho à péricarpe fin. Par contre le décortiquage manuel au pilon est plus facile avec des sorgho à péricarpe épais.

8.2.3 Présence de tannins

La présence de tannins dans certaines variétés de sorgho est généralement liée à la présence d'endosperme farineux et entraîne des rendements plus faibles au décortiquage. Le traitement mécanique doit être adapté pour une abrasion plus douce du péricarpe.

8.3 Proprete des grains

Ce critère de qualité influence directement l'acceptabilité du produit fini. Avant toute transformation, le grain (maïs, mil ou sorgho) doit être exempt de matières étrangères (petites pierres, sable, terre, paille, ficelle, éléments métalliques). Un tamisage, un vannage, un lavage (éventuellement) sont obligatoires. Les opératrices-vendeuses le savent et le font toujours avant de piler le grain ou porter celui-ci au moulin de quartier.

Lorsqu'il s'agit de vendre le grain au commerçant de passage, la banque de centrales ou l'organisme d'Etat, l'agriculteur ne se préoccupe pas en général de nettoyer son grain après battage-grenage car il est rarement payé pour la qualité (propre et homogénéité). Or il y a souvent 5 à 10% d'impuretés dans les lots. La charge du nettoyage (perte de poids et frais supplémentaires) incombe alors à l'acheteur-opérateur industriel et aux utilisateurstransformateurs artisanaux. Lorsque l'opérateur industriel travaille du grain importé déjà pré-nettoyé (maïs ou blé), il ne fait qu'un nettoyage complémentaire, moins coûteux. Diminuer ou augmenter les prix en fonction de la propreté du produit, améliorerait sans doute le respect des taux d'impuretés dans les transactions commerciales.

8.4 La qualite culinaire des produits de mouture

Traditionnellement dans les pays africains consommateurs de maïs, mil et sorgho, les différentes préparations culinaires nécessitent une farine ayant des caractéristiques précises et adaptées à chaque plat. Il existe au Bénin une quarantaine d'aliments différents préparés à partir du maïs grain (Nago, 1989). La mesure "délicate" de la qualité culinaire dépend en grande partie de l'habileté et de l'expérience de la ménagère. Mais elle dépend aussi de la qualité de la matière première utilisée. En sus de la propreté des produits, il existe plusieurs critères de qualité prédominants.

8.4.1 La couleur

La couleur des produits de mouture sera la même pour le produit cuit. En général les produits de couleur claire (blanc, jaune, rose clair) sont préférés aux couleurs sombres (gris, rouge).

8.4.2 La granulométrie

Il s'agit de la taille des grains composant le produit final: semoules plus ou moins grossières, farines plus ou moins fines, grains décortiqués plus ou moins concassés. Les mesures de granulométrie sont facilement réalisables à l'aide de tamis de référence vendus sur les marchés.

La farine obtenue traditionnellement au pilon ou mortier contient 22 % 46% d'eau en mouture humide. Sa fermentation rapide, appréciée dans les préparations culinaires ne permet pas sa conservation au-delà d'un jour ou deux. En ville où la mouture se fait sec ou dans les mini-minoteries, il est difficile de produire des farines et semoules correctement dégermées et broyées pour une bonne conservation durant 1 à 2 mois, donnant après stockage la même qualité culinaire qu'avec les produits frais.

Actuellement il n'existe pas de petit matériel permettant de réaliser un dégermage efficace. Le décorticage effectué par abrasion externe du grain n'élimine pas la totalité du germe inséré dans l'albumen. Pour l'éliminer il faut d'abord casser le grain, ce que font les installations industrielles. Mais alors le rendement en produit dégermé atteint au plus 70%, le produit final est plus cher.

Actuellement on cherche à commercialiser un produit partiellement transformé ayant une granulométrie intermédiaire, pouvant être utilisé dans la préparation de certains plats courants ou rebroyé par la ménagère pour d'autres usages (cas du sankal ou mil concassé et du sounouf ou farine de mil au Sénégal).

8.4.3 La texture

La texture du produit obtenu est liée à la capacité d'absorption d'eau et de comportement à la cuisson. La mesure de la texture du tige, bouillie de mil, mais ou

sorgho, a fait l'objet d'une étude en laboratoire à l'IER du Mali et au CIRAD en France. Cette même démarche est en cours pour caractériser d'autres produits péteux type "ogi" et "akassa" au

Bénin, ou granulés et produits roulés type couscous, "arrow" et "aklui" en Afrique de l'Ouest. Lorsqu'on cherche à industrialiser la fabrication de produits broyés pour l'utilisation dans des plats traditionnels, on peut ainsi déterminer l'influence des variétés et moutures employées sur la qualité du produit cuit final.

Conclusion

La revue des projets de diffusion de technologies en Afrique, à travers les difficultés et échecs constatés, permet de lister les différents pièges à éviter:

- Une technologie inadaptée aux besoins de production ou de transformation des utilisateurs. Soit l'entretien est difficile (approvisionnement en pièces détachées), soit la technique n'est pas appropriée à la variété locale (cas de certaines décortiqueuses);
- Une technologie ne répondant pas aux caractéristiques socio-culturelles du

consommateur final (goûts et préférences);

- Une technologie trop sophistiquée ou surdimensionnée entraînant des coûts d'opération et d'entretien trop élevés;
- Des problèmes d'organisation et de gestion provoquant de faibles niveaux de participation des membres et une capacité managériale insuffisante;
- Un manque d'esprit d'entreprise ayant pour objectifs la recherche de résultats financiers favorables et la connaissance du marché et des créneaux porteurs pour telle ou telle activité.

Après avoir abordé un grand nombre de techniques après-récolte, on est amené à dresser le bilan de l'expérience acquise en Afrique subsaharienne. D'une part il semble que les techniques traditionnelles, élaborées au fil des générations d'agriculteurs, aient fait leur preuve. Aujourd'hui encore elles sont prépondérantes car bien maîtrisées et ancrées dans la culture de chaque ethnie. Néanmoins l'évolution socio-économique et les changements écologiques bouleversent les conditions de production et de commercialisation des produits de base (grains et tubercules). Le système après-récolte situé à l'interface doit s'adapter à ce nouveau contexte en perpétuel changement.

La première adaptation, technologique est déjà en cours avec plus ou moins de succès. L'amélioration des techniques existantes permet de répondre aux nouvelles exigences du marché et suit le cours du progrès technique. En effet les solutions techniques existent et peuvent être diffusées à travers des comptes-rendus d'expérience comme ce rapport, en développant la recherche de terrain, en formant les agriculteurs à s'adapter techniquement.

La deuxième adaptation est d'un ordre différent. Il s'agit d'entrer dans un nouvel état d'esprit face aux changements socio-économiques, c'est-à-dire chercher à s'adapter au marché, prendre en compte les nouvelles contraintes de l'environnement, veiller à la qualité de la production. Cette nouvelle expérience "humaine" est sans doute la plus difficile à cerner car elle englobe le domaine technique, collectif et individuel. Ce document a fait état de l'expérience africaine en technologie après-récolte. Gageons qu'il permettra à chaque acteur du développement d'y puiser quelques informations afin de réaliser sa propre expérience.

[Table des matières](#) - [Précédente](#) - [Suivante](#)

[Home](#)":81/cd.iso" "http://www24.brinkster.com/alexweir/"">

Bibliographie

[Table des matieres](#) - [Précédente](#)

Anthouy, R.D.V.V., 1981. Report on Traditional Maize Storage and Recommendations for Improvement. PAO, PFL/CMR/001, October 1981

Afemasse, 1994. Amélioration du stockage du maïs dans la zone à forte hygrométrie du Sud-Bénin. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Agboola, 1994. Technologies for the Storage of Food Crops in Nigeria. PAO Workshop on African Experiences on Post-Harvest Technology Improvement, 4-8 July, Accra, Ghana.

Andralanarivelo, 1994. Machinisme agricole pour la réduction des pertes de riz après la récolte dans les deux greniers de Madagascar. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Bartali, 1994. Amélioration du système de stockage souterrain des céréales. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des

Techniques Après-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Bartali, 1994. L'Expérience marocaine d'utilisation des matériaux pour la construction de silos au niveau des exploitations agricoles. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Bassey, M.W.. et Schmidt, O.G., 1989. Abrasive-disk dehullers in Africa: from research to dissemination. IDRC, Ottawa, C)ntario.

CEEMAT, 1988. Conservation des grains en régions chaudes. "Techniques rurales en Afrique", Centre d'Etudes et d'Exp rimentation du Machinisme Agricole et Tropical.

Cocker, R.D., 1994. Suitable field method to detect and measure mycotexin contamination. PAO Workshop on African Experiences on Post-Harvest Technology Improvement, 4-8 July 1994, Accra, Ghana.

Cooke, R.D., Rickard, J.E. and Thompson, A.K., 1988. The storage of tropical root and tuber crops cassava, yam and edible aroids. Expl. Agric. (1988), Volume 24, pp. 457-470.

Diop, A. et Wansey, R., 1990. Improved low cost storage of potatoes in the North-West Province of Cameroon. FAO Workshop on African Experiences on Post-Harvest

Technology Improvement, 4-8 July 1994, Accra, Ghana.

Eseike, G.O.I., 1994. Successful introduction to improved ya (D.Spp.) storage methods for Nigerian farmers. FAO Workshop on African Experiences on Post-Harvest Technology Improvement, 4-8 July 1994, Accra, Ghana.

FAO, 1982. China: Grain storage structures. Report on FAO/UNDP workshop study tour in the People's Republic of China, 18 October-18 November 1979, N°49.

FAO, 1984. Diffusion de méthodes améliorées de conservation des ignames au Togo. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Faure, J., 1994. Le contrôle de la qualité des grains et produits de mouture. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Fiagan, 1994. Amélioration du stockage et de la conservation des ignames. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Flach, M., 1990. Gari Processing in the North-West Province of Cameroon. FAO Working

Document N°S, CMR/97/017.

François, 1988. Du Grain a la Farine. CTA, GRET.

Gallat, S., Crentsil, D. and Bancroft, R., 1994. Low-cost fresh cassava root storage project: achievement to date. FAO Workshop on African Experiences on Post-Harvest Technology Improvement, 4-8 July 1994, Accra, Ghana.

Gergely, N., Guillermain, B. et De Lardemelle, L., 1990. Evaluation des banques de céréales au Sahel. Rapport de synthèse, FAO, Rome.

Kat, J. et Diop, A., 1991. Guide pour l'établissement, les opérations et la gestion des banques de céréales. Bulletin des Services Agricoles de la FAO N°87, Rome, 92 p.

Hunt, G.L., 1982. Cheap potato storage in the tropics. In Potato seed production for Tropical Africa, pp. 155-170. Ed. Nganga S. and Shideler F.. International Potato Centre, Lima, Peru, 192 p.

Grolleaud, M. et Diop, A., 1987. Mission de formation d'un projet d'études et d'amélioration des greniers et stocks villageois. UNO/RAF/003/NSO, Rapport terminal, FAO, 1987.

Kpakot et al, 1994. Performances des greniers traditionnels mars en zone tropicale guinéenne du Togo. Journées techniques de la FAO sur l'Expériences africaine en Amélioration des Techniques Aprés-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Manalili I., 1994. Development of a coarse grain decorticator for dry milling. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Aprés-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Manalili, I. et Senghore, A., 1991. Manual on the Manufacture of Asian Sickle. FAO, GCPP/GAM/019/NET.

Manalili et Kassama, 1994, The Gambia. Introduction of the threshing table. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Aprés-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Nago, 1989. Technologies traditionnelles et alimentation au Bénin: Aspects techniques biochimiques a nutritionnels. Université nationale du Bénin, Cotonou, Bénin.

Nadhy, S., 1994. Storage of fresh cassava tuber in plant based media. FAO Workshop on African Experiences on Post-Harvest Technology Improvement, 4-8 July 1994, Accra, Ghana.

Sadik, S., 1987. Rôle des techniques après-récolte applicables aux racines et tubercules, plantains et bananes en Afrique de l'Ouest. FAO, novembre 1987.

Sautier, D. et O'Dey. M., 1989. Mil, mats, sorgho - Techniques et alimentation au Sahel. Edit. l'Harmattan, 1989.

Smith et Kpakot, Togo, 1994. Caractéristiques socio-économiques des systèmes traditionnels de stockage du maïs dans la zone tropical guinéenne du Togo; An evaluation of the drying mechanism of maize storage structures used in Southern Togo; Performances des greniers traditionnels utilisés dans la zone tropical guinéenne du Togo. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte, 48 juillet 1994, Accra, Ghana.

Toet, A.J., 1982. Storage of Tubers in the North-West Province of Cameroon. FAO, PFL/CMR/001, January 1982.

Tour et Wanders, 1994. Développement de la fabrication locale de la petite batteuse VOTEX ricefan, Amélioration de la technique de l'après-récolte du riz. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

Vanek, K.V., 1986. Small-scale grain processing in Africa. Report N°56, Institute of

Agricultural Engineering, Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark.

Visser, 1993. Mise au point et introduction des techniques après-récolte en Afrique: Les expériences de PFL/AGS. Bulletins FAO N°40, 53, 70, 109.

Walker, D.J., 1994. On-farm fumigation of maize in metal grain tanks in Swaziland. Project A0126, Natural Resources Institute, Chatman, U.K.

Zoomers, 1994. From service delivery to development: Experiences of a rice milling project for women in Mali. Journées techniques de la FAO sur l'Expérience africaine en Amélioration des Techniques Après-récolte, 4-8 juillet 1994, Accra, Ghana.

[Table des matières](#) - [Précédente](#)