

CN0101128

LA TECHNOLOGIE POST-RECOLTE DU MIL
AU SENEGAL

Importance relative des filières et des techniques
utilisées.

Etude des différents niveaux de mécanisation

PAR
HYACINTHE MODOU MBENGUE
ET MICHEL HAVARD

Document de Travail 86-2

ISRA

DEPARTEMENT SYSTEMES ET TRANSFERT

REFERENCE : MBENGUE Hyacinthe M; , HAVARD Michel

La Technologie post-récolte du mil au Sénégal : Importance relative
des filières et des techniques utilisées, étude des différents niveaux de
mécanisation

ISRA, Département Systèmes et Transfert, Document de Travail 1986-2
Dakar, Avril 1986

**DÉPARTEMENT DE RECHERCHES SUR
LES SYSTÈMES DE PRODUCTION ET LE TRANSFERT
DE TECHNOLOGIE EN MILIEU RURAL**

SOMMAIRE -

PAGES

<u>INTRODUCTION</u>	
A - <u>PRESENTATION DU DOMAINE D'ETUDE</u>	
1. La filière traditionnelle	
2. La filière intermédiaire	
3. La filière industrielle	
4. Les pratiques courantes.....	
B - <u>LES ACQUIS TECHNIQUES DE CHAQUE SEQUENCE</u>	
1. La récolte.....	
2. Le séchage.....	
3. Le battage.....	
4. Le stockage.....	
5. Le décorticage et la mouture.....	
C - <u>INCIDENCES DES TECHNIQUES DE TRANSFORMATION (DECORTICAGE ET MOUTURE) SUR LA VALEUR ALIMENTAIRE DES PRODUITS OBTENUS.</u>	
1. La localisation des principaux constituants d'un grain de céréale.....	
2. Le rôle des transformations sur ces constituants....	
D - <u>CONCLUSIONS - PROPOSITIONS D'ACTION</u>	
1. Conclusions.....	
2. Propositions d'action.....	
- <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	

R E S U M E

-:-:-

Le mil constitue, avec le sorgho) la base de l'alimentation des populations rurales sénégalaises. L'introduction de variétés plus productives ne peut avoir des effets bénéfiques sur le plan de l'autosuffisance alimentaire que si des techniques post-récolte adéquates sont mises en oeuvre.

Les travaux réalisés dans ce domaine ont abouti à de nombreuses solutions techniques très performantes mais hors de portée de l'exploitant sénégalais moyen. D'autre part, ces solutions ne permettent d'envisager la mécanisation complète ou même partielle du système que dans la perspective d'une production orientée vers la commercialisation.

INTRODUCTION

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

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

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

La définition des actions chronologiques prioritaires de la récolte à la consommation passe par la connaissance des pratiques en cours. En effet, la connaissance des différentes phases post-récolte et l'identification des contraintes qui y

(*) La majeure partie de la production est fournie par les mils et sorghos. Ainsi pour l'année 1977, le IV^e plan annonce 700.000 tonnes de céréales, les mils et sorghos totalisent 650.000 t (soit 80 p. 100) contre 150.000 t pour le riz et le maïs. La superficie cultivée annuellement en mil et sorgho s'élève à environ 1.000.000 d'ha.

sont liées permettent d'orienter la réduction des pertes tant sur le plan fondamental qu'appliqué. Sur le plan fondamental, c'est la recherche d'une méthodologie pour estimer l'ampleur et éventuellement pour chiffrer les pertes séquentielles en fonction des denrées et des zones écologiques. Sur le plan appliqué, c'est l'étude des méthodes traditionnelles, leur amélioration et, si possible, la conception de nouvelles méthodes pour les opérations qui vont de la récolte à la consommation.

Cette étude sur la technologie post-récolte du mil présente donc les acquis techniques de chaque séquence et étudie les incidences des techniques de transformation sur la valeur alimentaire des produits obtenus. C'est sur la base des conclusions tirées de cette étude que nous avons fait des recommandations quant aux futures recherches en matière de technologie post-récolte du mil.

A - PRESENTATION DU DOMAINE D'ETUDE

Pour les céréales (grain), on admet généralement que le concept "TECHNOLOGIE POST-RECOLTE" regroupe l'ensemble des opérations du battage à la mouture. Ainsi, la récolte est une technique culturale et en aval, les transformations secondaires sont du ressort de l'agro-alimentaire,

Mais, dans le cas particulier du mil qui nous intéresse ici, la récolte est encore exclusivement manuelle, et son éventuelle mécanisation, si elle a lieu, modifiera certainement les schémas post-récolte connus actuellement. C'est pourquoi, nous incluons cette opération dans notre étude, qui analysera, par conséquent, l'ensemble des techniques depuis la récolte jusqu'à la mouture.

Le détail de cette analyse, résumé par l'extrait du schéma de R. TOURTE (1981) et présenté par la fig. 1, fait apparaître 3 types de filières théoriques :

1. La filière traditionnelle (I)

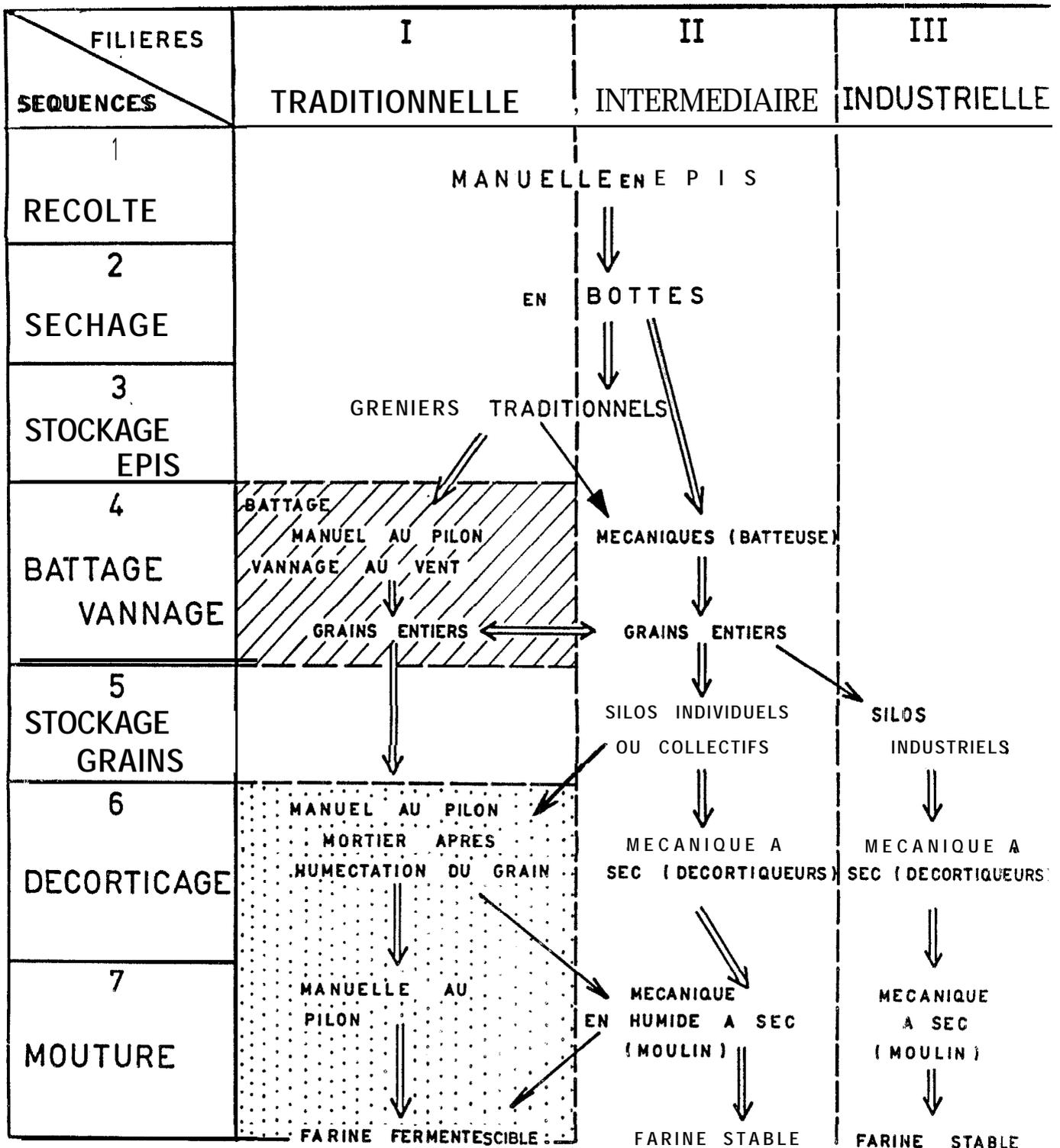
En milieu rural, elle demeure encore la règle générale et se caractérise par :

- Un stockage en greniers des chandelles ou panicules.
- Des opérations (égrenage-vannage-décorticage-mouture), réalisées au pilon-mortier, longues, pénibles, quotidiennes avec des rendements dérisoires (1kg/jour/femme*)
- L'obtention d'un produit fini non stable (farine fermentescible) qui ne permet d'envisager sa commercialisation qu'à des échelles réduites. Les transformations secondaires, autres que traditionnelles (pain, etc...) sont exclues.

La description des techniques utilisées sera limitée aux performances et aux contraintes majeures, en comparaison avec les techniques mécanisées.

(*) En fait, la femme consacre entre 2 et 3 h par jour à ces travaux.

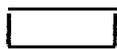
**FIG. 1 . FILIERES ET SEQUENCES POST -
RECOLTE DE TRANSFORMATION DU MIL**



OPERATIONS HABITUELLENT QUOTIDIENNES



OPERATIONS OBLIGATOIREMENT QUOTIDIENNES



OPERATIONS DIFFERABLES (DE 1 A PLUSIEURS MOIS)

OPERATIONS NON DIFFERABLES

2. La filière intermédiaire (II)

Elle est ainsi nommée, car elle se différencie de la précédente par les points suivants :

- Le battage, le décorticage et la mouture sont mécanisés.
- Le stockage en grain devient important.
- Le produit obtenu est une farine stable, ce qui permet de supprimer la contrainte quotidienne et rend possible la commercialisation et les transformations secondaires.

Dans ce cas, nous attacherons une importance particulière à la description des techniques utilisées (caractéristiques, performances) et à leur adaptation aux contraintes des zones rurales et semi-urbaines.

Actuellement la filière II complète est pratiquement inexistante car le matériel de décorticage à sec proposé ne correspond pas aux besoins des populations : il est surdimensionné.

3. La filière industrielle (III)

Elle sort du cadre de notre étude, car elle ne s'intéresse qu'au milieu urbain ; nous la signalons simplement pour mémoire. On peut, très simplement, la définir de la manière suivante :

- Elle intervient à partir du grain entier commercialisé, et ne concerne pas les étapes précédentes.
- Elle ne pose pas de problèmes techniques particuliers.
- Elle valorise le produit au seul avantage des citadins et des industriels agro-alimentaires.

4. Les pratiques courantes

En milieu rural et semi-urbain, les pratiques retenues ne reprennent pas toujours exactement les filières précédemment décrites ; on retrouve souvent un mélange des filières I et II. Les plus courantes sont :

- a) - La filière I complète.

b) - Une combinaison des filières I et II :

- L'égrenage, la vannage et le décorticage traditionnels (I) suivis de la mouture mécanique en humide (II).
- A un degré moindre, le battage mécanique (II) suivi :
 - , Soit de la commercialisation du produit.
 - , Soit du stockage en grain (silos, sacs (II) puis du décorticage et de la mouture manuelle ou mécanique en humide pour les besoins quotidiens de la famille.

B - LES ACQUIS TECHNIQUES DE CHAQUE SEQUENCE

Dans ce chapitre, nous mettrons l'accent sur les techniques mécanisées (caractéristiques, performances, diffusion) ; les techniques traditionnelles seront présentées surtout du point de vue des performances.

1. La récolte

Elle est entièrement manuelle et concerne :

- Le ramassage des épis ou "chandelles" qui sont séparés des tiges à l'aide d'un couteau ou "ngobane" (fig. 3).

Les tiges sont :

- . Soient couchées en lignes après dessouchage à l'ilier ou à la lame "diala" (fig. 2).

- . Soient pliées pour amener les épis à hauteur d'homme.

- La récupération des pailles surtout celles issues des champs de case, plus grandes et plus grosses que celles provenant des autres parcelles. Elles sont utilisées pour l'alimentation animale et/ou à des fins domestiques (cases, abris, palissades, etc...).

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

Bien que les variétés cultivées aujourd'hui soient très grandes, 1^e niveau des connaissances techniques en matériel de récolte permettrait de trouver rapidement une réponse à La mécanisation de celle du mil (récolteuses, moissonneuse-batteuse) mais à des coûts prohibitifs, non justifiables actuellement. De plus, les pailles seraient très certainement abîmées par Le passage des machines et par conséquent inutilisables à des fins domestiques (cases, palissades, etc., ,).

2. Le séchage

Les chandelles sont récoltées à une humidité, variant entre 16 et 20 p. 100, qu'il faut ramener à moins de 14 p. 100 pour obtenir une bonne conservation. Les techniques utilisées sont traditionnelles et donnent satisfaction dans 1^e contexte climatique d'aujourd'hui le risque pluviométrique après la récolte du mil est très faible au nord de la Gambie).

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

- Epis à même le sol avec quelquefois un traitement insecticide.
- Mise en tas sur un lit de pailles de mil (fig 4).
- Plus rarement, confection de claies surélevées encore appelées "perroquets" (fig. 5), orientées perpendiculairement aux vents dominants. Ainsi, la qualité du séchage est légèrement améliorée car les chandelles sont entreposées en bottes ; ces dernières sont croisées pour faciliter la circulation de l'air.

Quelques séchoirs plus sophistiqués (solaires) ont été testés, mais sans résultats concluants (performances faibles : augmentation de température de seulement 10° dans les conditions très favorables d'ensoleillement du pays, mais surtout un coût trop élevé). Les expériences à reprendre dans ce domaine doivent être situées en Casamance (région où le risque pluviométrique post-récolte est le plus élevé), si ce point s'avère être une contrainte importante.

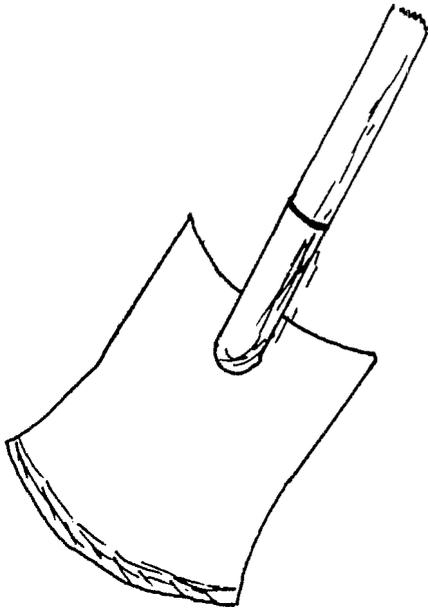


fig 2 : lame DIALA
des souchage

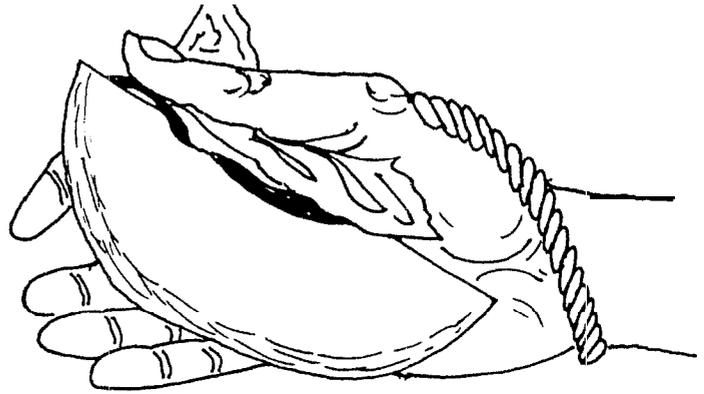


fig 3 : couteau de récolte



tiges de
mil

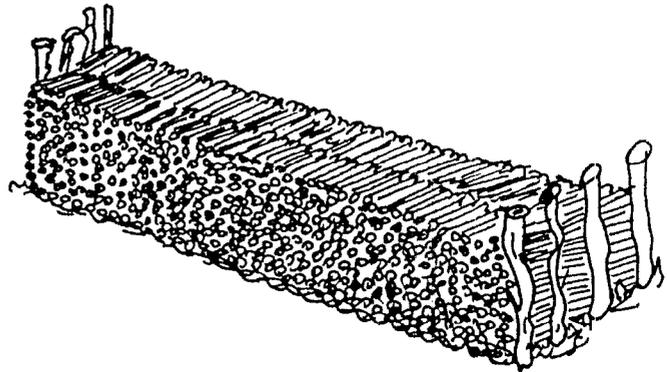
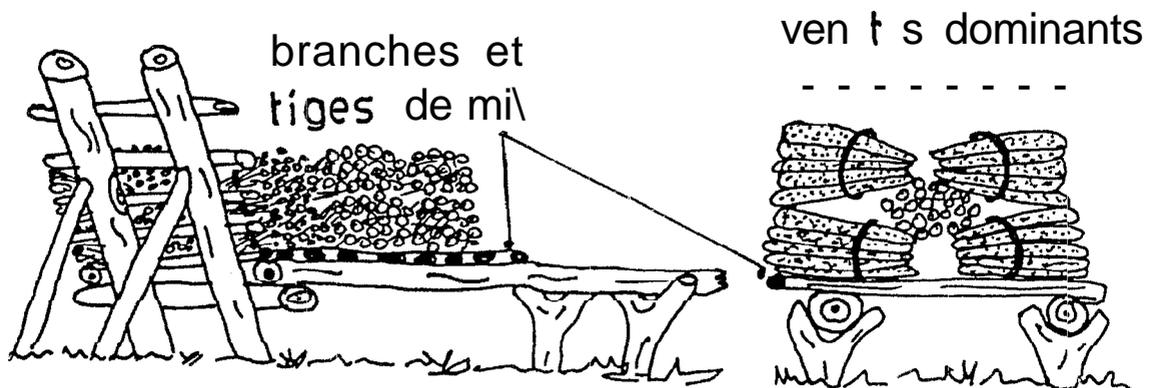


fig 4 : ..séchage traditionnel



branches et
tiges de mil

vents dominants

fig 5 : séchage amélioré (perroquet)

3. Le battage

Ce paragraphe regroupe en réalité :

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

3.1. L'égrenage

Traditionnellement, il est effectué par les femmes au pilon-mortier et il est toujours suivi d'un vannage. Le rendement de l'opération est faible : 10kg/jour/femme (TOURTE, 1981) ; soit approximativement, pour un rendement de 500 kg/ha, 150 h/ha.

Des tests d'égrenage mécanique ont été réalisés à Bambey entre 1968 et 1970, sur l'égreneur à mit à bras CHAMPENOIS (fig. 6). Il pèse 70 kg et est constitué d'un bâti en fer cornière sur lequel sont fixés :

- . 2 tambours garnis d'abrasifs (grains de sable) de 0,80m de long et 0,10m de diamètre. Ils tournent dans le même sens à des vitesses différentes ($R = 2,25$) et ne sont pas exactement parallèles (écart surfaces 8 et 5mm).
- . 1 cylindre presseur de 2,5 cm de diamètre actionné par une pédale.
- . Un dispositif d'entraînement : 1 manivelle et 3 pignons.

À travail, un rouleau en caoutchouc appuie sur l'épi au moyen de deux ressorts ; il se relève lorsqu'on actionne la pédale. Le tambour le plus lent entraîne l'épi en rotation afin d'éviter tout phénomène de bouchage, tandis que le plus rapide effectue l'égrenage proprement dit.

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

	Débit en kg/h	QUALITE DU TRAVAIL		
		P. 100 grain propre	P.100 grain dans les glumes	P.100 grain sur rachis
1 SOUNA	10	74,6	19,4	6
SANIO	7,5	83,6	11,9	4,5

. Source : DIAGNE K. , LEMOIGNE M. - 1968

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

Après utilisation, les commentaires suivants ont été formulés :

- Le travail est simple mais extrêmement pénible, les grains de sable de l'abrasif se détachent trop facilement.
- Aucune modification n'a été réalisée sur cet appareil qui n'a pas dépassé le stade prototype ; il était intéressant de le signaler à cause de son principe de fonctionnement.

3.2. Le battage proprement dit

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

3.2.1. Historique

Les premières études entreprises par PLESSARD et TOURTE au CNRA de Bamboey ont abouti à la réalisation du premier pro-

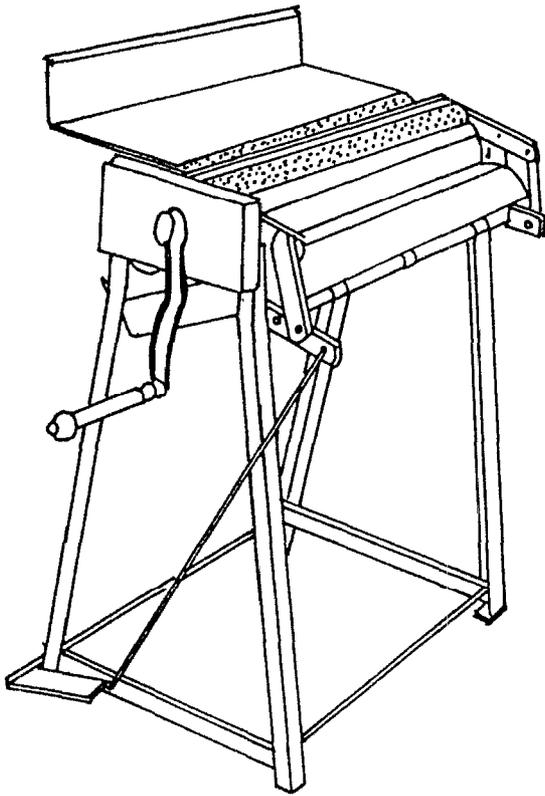


fig 6 : égrenoir CHAMPENOIS

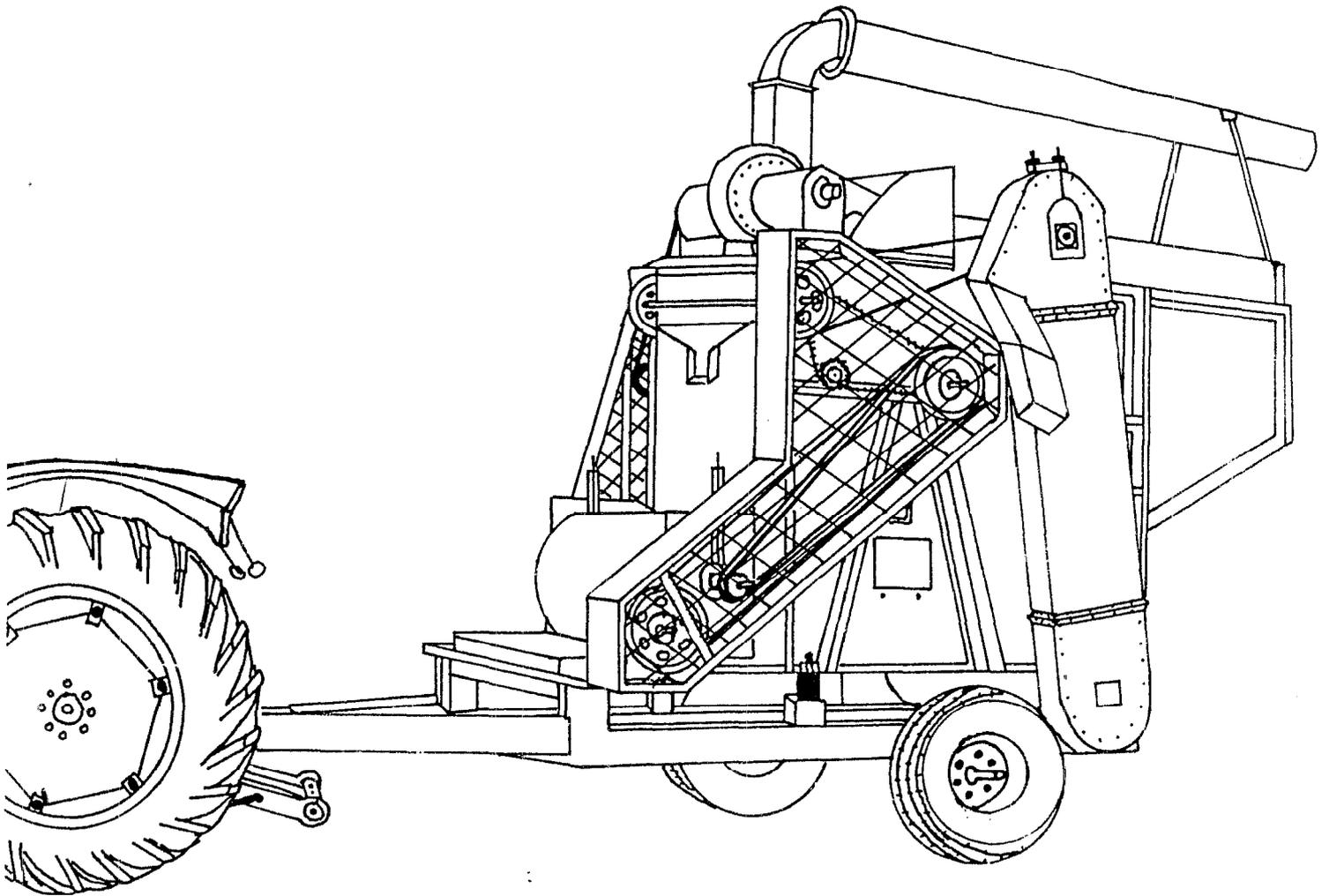


fig 7 : batteuse SISCOMA "bs 1000"
tracteur 35 cv.

totype en 1957, mais ses performances étaient limitées (débit faible : 200 kg/h, pertes importantes : 20 p. 100, pas de système de nettoyage).

Ensuite, e n t r e 1960 et 1965, des améliorations sensibles ont été apportées (réduction des pertes à moins de 10 p. 100, adaptation d'un système de nettoyage) et un constructeur (ARARA) s'est intéressé au prototype à partir de 1962-63 et a sorti une présérie de 10 machines. Puis, vers 1970, la SISCOA a remplacé ARARA et a continué à travailler sur cette batteuse pour sortir le modèle actuel "BS 1000" en 1973, qui n'a été vulgarisé qu'en 1975 (fig. 7). Un constructeur français (MAROT) a repris le même principe et construit une batteuse qu'il a introduite au Sénégal e n 1977-78 (fig. 8):

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

3.2.2. Caractéristiques des différentes batteuses

i) Spécifications techniques

Elles sont résumées dans le tableau I d'où nous tirons deux catégories de machines :

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

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

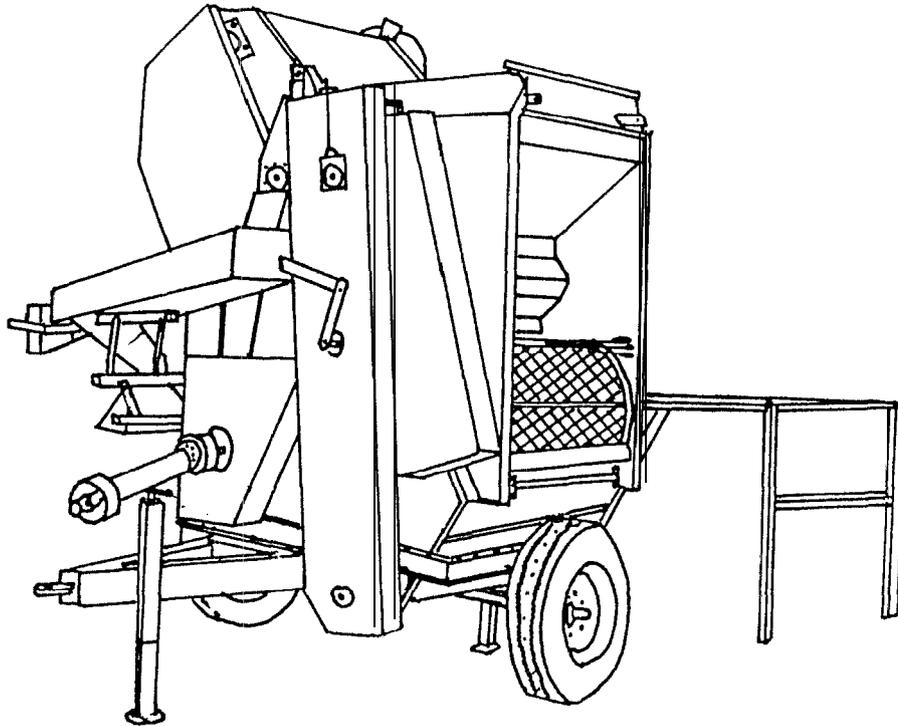


fig 8 : batteuse MAROT
équipement tracteur

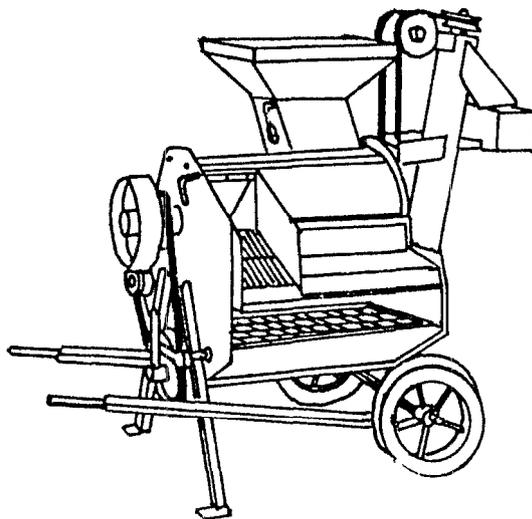


fig 9 : batteuse BOURGOIN
sans moteur

TABLEAU I : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES BATTEUSES A MIL

	BS 1000 DE SISCOMA	DAK II DE MAROT	BAMBA DE ROURGOIN
* Produits concernés	Mil - Sorgho	Mil - Sorgho	Mil - Sorgho - Maïs Blé - Riz - Niébé
* Poids en kgs - à vide - avec moteur	1 100 -	1 900 -	210 280
* Batteur - type - Dimension en cm - Vitesse	Cylindre à surface abrasive (métal déployé) Longueur : 70 Diamètre : 30 600 tr/mn	Cylindre à garnitures interchangeables Longueur : 70 540 tr/mn	Tambour avec 3 bat- teurs amovibles Tambour : Long. : 62,5 diam. : 14 1160 tr/mn
* Contre-batteur	Demi-cylindre, décen- tré de l'axe du bat- teur, à surface abra- sive.	Demi-cylindre, décen- tré de l'axe du bat- teur à garnitures interchangeables.	1 demi-cylindre grillé le époinçuse en ac- cier. 1 demi-cylindre grillé le perforée.
* Système - alimentation de nettoyage - séparation paille et grains - nettoyage pro- duit fini.	Aspirateur de pous- sière. Crible rotatif et ventilateur	Crible rotatif et ventilateur Grille vibrante	Système vibrant à grilles et ventila- teur Grille vibrante
* Dispositif d'ensachage	Élévateur à chaînes à godets		Vis sans fin

- Les batteuses à débit moyen (300-400 kg/h), dont les cibles prioritaires sont les coopératives, les sections villageoises, les entrepreneurs privés, les villages. Leur rayon d'action est plus limité, Les déplacements sont moins fréquents et peuvent être effectués en charrette à traction animale ; ainsi elles sont toutes équipées de moteur, ce qui rend leur prix plus abordable que celui des batteuses précédentes. En 1982, la BAMBA équipée d'un moteur diesel de 1.1 CV coûtait: 1. 300.000 F CFA H.T., soit 1. 950.000 F CFAT.T.

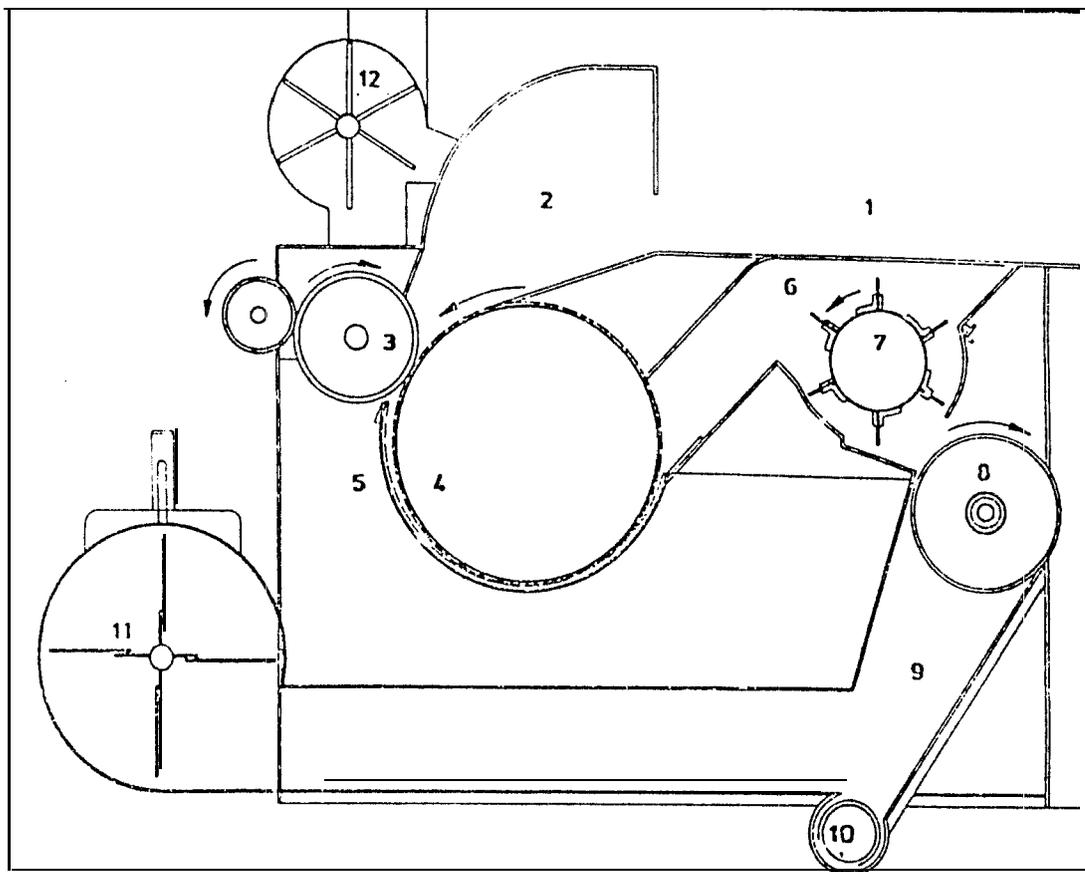
i) Les principes de fonctionnement

Ils sont directement liés aux batteurs utilisés, on en distingue donc deux :

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

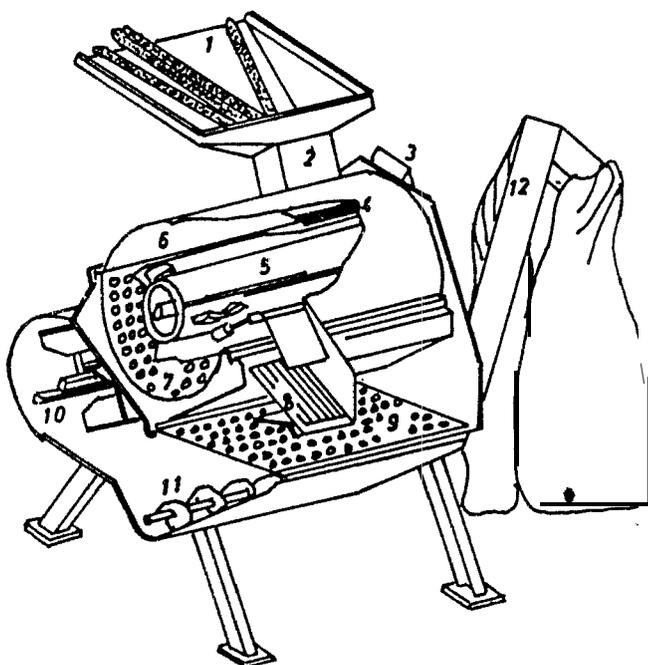
Les épis disposés sur la table d'alimentation (1) sont introduits manuellement sous la hotte de protection (2). Un tambour engreneur (3) force l'introduction des épis entre le batteur (4) et le contre-batteur (5) ; l'égrenage est réalisé par friction avec les surfaces abrasives et l'écart décroissant entre le batteur et le contre-batteur assure un dépiquage progressif et sans brisures du grain. Le produit battu est recueilli dans une chambre (6) et entraîné régulièrement par le distributeur sur le crible (8). Le grain chute à travers les mailles de ce crible dans le couloir de nettoyage (9) vers le convoyeur à vis (10). Le nettoyage du grain s'effectue par séparation densimétrique. Un courant d'air issu du ventilateur (11), passe par le couloir (9) et au travers des mailles du crible (8), entraînant les déchets vers l'extérieur. La majorité de la poussière est évacuée par un aspirateur (12). L'ensachage est effectué à l'aide d'un élévateur à godets (non figuré). Sur la DAK II, une grille vibrante située juste avant l'ensacheur effectue une dernière séparation entre les grains et les glumes. Les principaux réglages portent sur :

- La vitesse de rotation du batteur
- L'intensité de la ventilation par ouverture ou fermeture de valves situées sur le ventilateur.



- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1 . TABLE D'ALIMENTATION | 7 . DISTRIBUTEUR |
| 2 . HOTTE DE PROTECTION | 8 . CRIBLE |
| 3 . TAMBOUR ENGRENEUR | 9 . COULOIR DE NETTOYAGE |
| 4 . BATTEUR | 10 . CONVOYEUR A VIS |
| 5 . CONTRE BATTEUR | 11 . VENTILATEUR |
| 6 . CHAMBRE | 12 . ASPIRATEUR |

fig10 : principe de fonctionnement des batteuses "BS 1000" et "MAROT"



- | | |
|----|---|
| 1 | TREMIE D'ALIMENTATION |
| 2 | HOTTE DE PROTECTION |
| 3 | ASPIRATEUR |
| 4 | COUTEAU |
| 5 | BATTEUR |
| 6 | CONTRE BATTEUR |
| 7 | 1 ^{re} GRILLE DE SEPARATION
(amovible) |
| 8 | SORTIE ET NETTOYAGE RACHIS |
| 9 | 2 ^{eme} GRILLE DE SEPARATION
(amovible) |
| 10 | VENTILATEUR |
| 11 | CONVOYEUR A VIS |
| 12 | ENSACHEUR |

fig 13 : principe de fonctionnement de la "BAMBA"

- La BAMBA (fig. 11)

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

Les principaux réglages portent sur :

- + L'intensité de la ventilation suivant l'ouverture des volets limitant l'entrée d'air,
- + La qualité du battage (propreté du produit fini) par le choix adéquat des grilles (7) et (9), et l'ouverture du volet du crible (8).
- + La vitesse de rotation du batteur.

3.2.3. Les performances

i) En station

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

SOUNA - SAN10		BS 1000 (A)	BAMB (B)
Débit moyen en kg/h (1)		800	300 - 350
Personnes nécessaires		6	3
Pertes dans déchets		3 à 9 p. 100	moins de 3 p. 100
Analyse produits finis	-bonnes grains	90 à 95 p.100	95 à 99 p. 100
	(2) déchets divers	5 à 10 p. 100	1 à 5 p. 100

Sources : A) PLESSARD 1974
B) DIAGNE K. - HAVARD M. 1981.

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

(2) Les déchets divers sont constitués par les graines, les pailles et les glumes.

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

ii) En milieu réel : Batteuse BS 1000

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

- Les quantités à battre par producteur, qui sont trop petites au lancement de l'opération. Le rendement en est directement affecté (800 kg/ha).
- L'organisation des chantiers pour laquelle une (attention toute particulière doit être accordée pour éviter des pertes de temps excessives en déplacements, installations, etc.. , Ainsi, sur 364 heures d'utilisation de la batteuse, PLESSARD a noté un temps réel de battage de seulement 36 p.100. Ce chiffre s'est amélioré avec les années car en 5 ans, les rendements de la batteuse sont passés de 800 kg/h à 1250 kg/ha.
- La nécessité d'attendre 9h - 9h30mn pour commencer le battage à la fin de l'hivernage, car plus tôt les épis sont trop humides.
- l'usure trop rapide du batteur et du contre-batteur, Cette dernière a une incidence directe sur la qualité du travail car pratiquement, dans tous les cas, les déchets sont rebattus.

TABLEAU II : QUANTITES MOYENNES BATTUES PAR PRODUCTEUR

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

Source : PLESSARD - 1974

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

ANNEES	73-74	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79
CARACTERISTIQUES						
Tonnage battu (t)	24,8	157,7	155,3	159	233	432,4
Nombre clients	25	87	155	134	200	266
Tonnage par client en kg	992	1,812	1,000	1,186	1,165	1,625
Rendement (kg/h)	800	1,123	959	935	1,259	1,279

Source : H.M. MBENGUE - 1979

TABLEAU IV : REPARTITION EN TEMPS DES DIFFERENTES UTILISATIONS DE
LA BATTEUSE

UTILISATIONS	Nombre d'heures	p. 100 du temps de battage	p. 100 de la durée d'utilisa- tion
BATTAGE ler passage	103	100	28,5
Nettoyage déchets	27	26	7,5
Immobilisation (pannes, etc...)	55	54	15
Déplacements	34	33	9,5
Installations	53	51	14,5
T O T A L	364	-	100

Source : PLESSARD - 1974

3.2.4. Le parc de batteuses

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

i) Sa mise en place

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

- Entre 50 et 100 BS 1000 depuis 1973.
- Une vingtaine de BAMBA depuis 1981.
- Quelques DAK II de 1977 à 1980.

ii) Sa situation actuelle

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

ii) Son utilisation

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

- Les plus nombreux (marabouts, commerçants) qui font du travail à façon pour 7 à 10 F CFA/kg. La demande est -importante car les batteuses fonctionnent le Novembre à Mai, soit 7 mois,
- Les institutions administratives (services agricoles, SODEVA, ISRA) qui possèdent quelques unités pour leurs besoins propres (essais et semences) et accessoirement pour du travail à façon.

Quand au travail réalisé, les avis sont partagés ; certains utilisateurs se plaignent de l'importance des brisures et

.../...

des déchets, d'autres au contraire sont satisfaits ; il semble que les conditions optimales de battage ne sont pas toujours remplies (**réglages** défectueux, pièces travaillantes en mauvais état, humidité trop importante des épis).

4. Le stockage

Il se fait suivant deux modalités au niveau du carré :

- Stockage en chandelles entières ou sectionnées.
- Stockage en grains.

Les caractéristiques de principales structures disponibles sont résumées dans, le tableau V.

4.1. Stockage en chandelles

Le stockage en chandelles est le plus répandu. Il se fait généralement dans des greniers traditionnels en matériaux végétaux avec toit de chaume et ayant pour assise des blocs de pierre ou de latérite pour la protection contre les termites et éventuellement contre les rongeurs.

Les pertes dues aux insectes et aux moisissures sont peu importantes avec ce type de stockage car les graines sont assez bien protégées par les glumes et Les échanges avec l'extérieur sont favorisés, ce qui évite toute condensation ou formation de "poches de chaleur" favorables au développement des moisissures (G.YACIUK, 1974).

4.2. Stockage en grains

Pour le stockage en grains, plusieurs types d'installations ont été testés, les travaux étant orientés vers deux directions :

- La modification des greniers **existants** ,
- La recherche de nouveaux modes de stockage.

4.2.1. Modification des greniers existants

Les greniers traditionnels à parois pleines peuvent servir pour le stockage du grain sec. Des essais faits au CNRA de

Bambey et dans les villages de NDiamsil et Sonkorong sur des greniers traditionnels ont montré que le mil battu, mélangé à 500 g/tonne de bromophos à 2 p. 100 au moment de l'ensilage, présente très peu d'attaques par les insectes après 18 mois (YACIUK, 1974).

L'étanchéité de ces greniers peut être améliorée par :

- L'addition de terre battue aux parois en fibres végétales.
- L'insertion d'un film plastique dans les parois,
- Le revêtement avec une peinture imperméable ou un produit bitumineux (C.E.E.M.A.T., 1974).

4.2.1. Recherche de nouveaux modes de stockage

Les recherches dans ce domaine devaient atteindre les objectifs :

- , De modernisation des structures de production,
- . Et de commercialisation des céréales au niveau paysannal et villageois, d'où un allègement des charges de l'Etat.

Ceci implique :

- En amont, le stockage dans de bonnes conditions des surplus de production avant l'arrivée de l'organisme collecteur.
- En aval, la conservation des vivres de soudure distribuées aux villages déficitaires dans le cadre de l'aide alimentaire.

Plusieurs types de silos ont été testés tant au niveau Individuel que coopératif. Ces expérimentations ont débouché sur une prévalgarisation plus ou moins réussie des installations retenues : silos en dur de 2 à 5 tonnes, silos métalliques, silos magasins, fûts métalliques, magasins métalliques, magasins en dur, banques de céréales.

Les essais ont montré que, d'une façon générale, les principes et les pratiques qui assurent une bonne conservation du grain sont :

- Avoir du grain sec, sain et propre.

- Disposer d'une structure étanche capable d'enrayer les invasions de parasites et de réduire les fortes variations de température et d'humidité. Le matériel doit donc être adapté aux conditions locales.
- Mettre en silo et traiter le plus tôt possible après la récolte et toujours avant constatation des dégâts.
- Ensiler avant le lever du soleil et isoler la structure du rayonnement direct afin d'éviter les risques de condensation.
- Faire un traitement insecticide de base à l'ensilage et un traitement d'entretien à la surface toutes les 2 ou 3 semaines.

i) Silos de type individuel

Silo métallique

Il est constitué de quatre tôles ondulées galvanisées de 80/100 assemblées par des boulons suivant leur longueur, Il est recouvert d'un toit conique également en tôle.

Le diamètre est de 1,05m et la hauteur varie de 1,813 à 2,50m. La capacité varie de 1,5 à 2 tonnes. Un orifice de vidange muni d'un capuchon en tôle et constitué d'une collerette en tôle brazée est aménagée dans la partie inférieure.

Ce silo revient à 13.000 F CFA la tonne ensilée, soit un coût total compris entre 19,500 et 26.000 F CFA.

Silo carré (fig. 12)

Ce silo est réalisé à l'aide d'agglomérés auto-coffrants courbes, avec une toiture en béton coulée sur un coffrage en forme de parapluie. Pour une capacité utile de 3,5 m³ (3 tonnes), on a les dimensions suivantes :

- un diamètre intérieur = 1,50 m
- hauteur utile = 2,00 m
- épaisseur des parois = 0,12 m.

.../...

Le coût de construction s'élève aujourd'hui à environ 20.000 F CFA/m³, la main-d'oeuvre non spécialisée fournie par le paysan n'étant pas comptée.

En dehors du coût relativement élevé et de la spécialisation certaine que demande ce type de silo, l'ensilage et la vidange sont assez lents. Il donne de bons résultats techniques.

Silo-magasin (fig. 13)

Le silo-magasin ou magasin-cases de stockage se présente sous la forme d'un magasin rectangulaire en agglomérés de ciment et toit en tôle, avec des cases intérieures en parpaings disposées de part et d'autre d'un couloir central. Pour une capacité totale de 11 m³ et avec 4 cellules de 1,55m x 1,45m x 1,20m, on a les dimensions suivantes :

- Agglomérés classiques de 20 x 20 x 40
- Longueur = 4,40 m
- Largeur = 3,70 m
- Hauteur des murs = 2,20 m
- Largeur du couloirs = 0,70 m
central.

Le coût de construction est aujourd'hui évalué à 13.500 F CFA/m³, la main-d'oeuvre non spécialisée n'étant pas comprise.

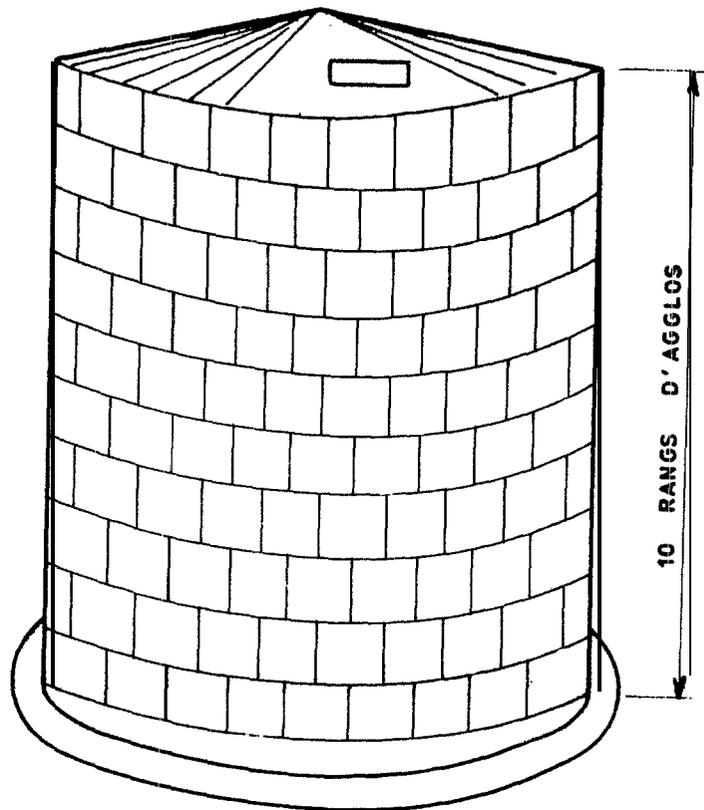
Ce silo donne des résultats techniques satisfaisants et ne demande pas autant de spécialisation dans la construction que Les autres silos mentionnés. Son maniement est assez aisé,

Silo_Pusa (fig 14)

C'est un silo fumigable à double parois en briques de 10 x 20 x 40 avec un film polyéthylène Intercalaire de 0,175 mm et un feuillard anti-rongeurs. La partie supérieure est constituée d'une armature en solives de bois où est aménagé un trou d'homme de 60 x 60 cm pour l'ensilage, les traitements et le contrôle.

.../...

FIG: 12, SILO CARRERAS



VUE. D' ENSEMBLE

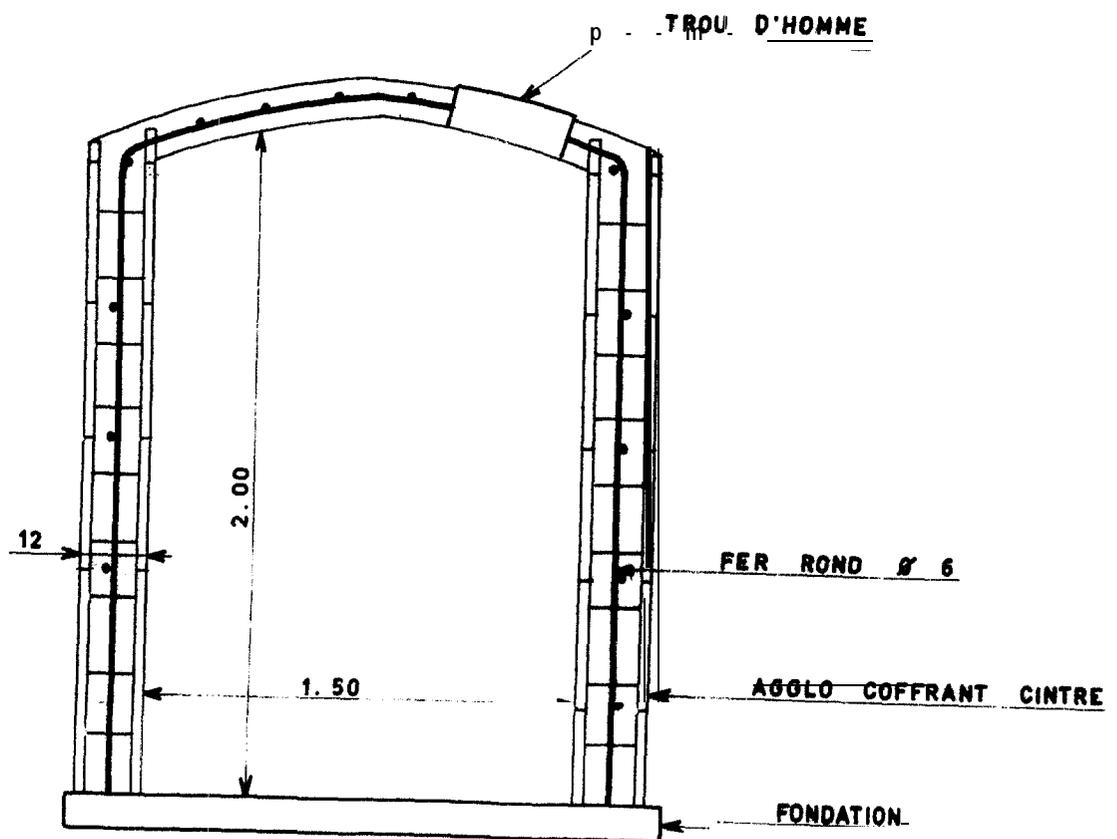
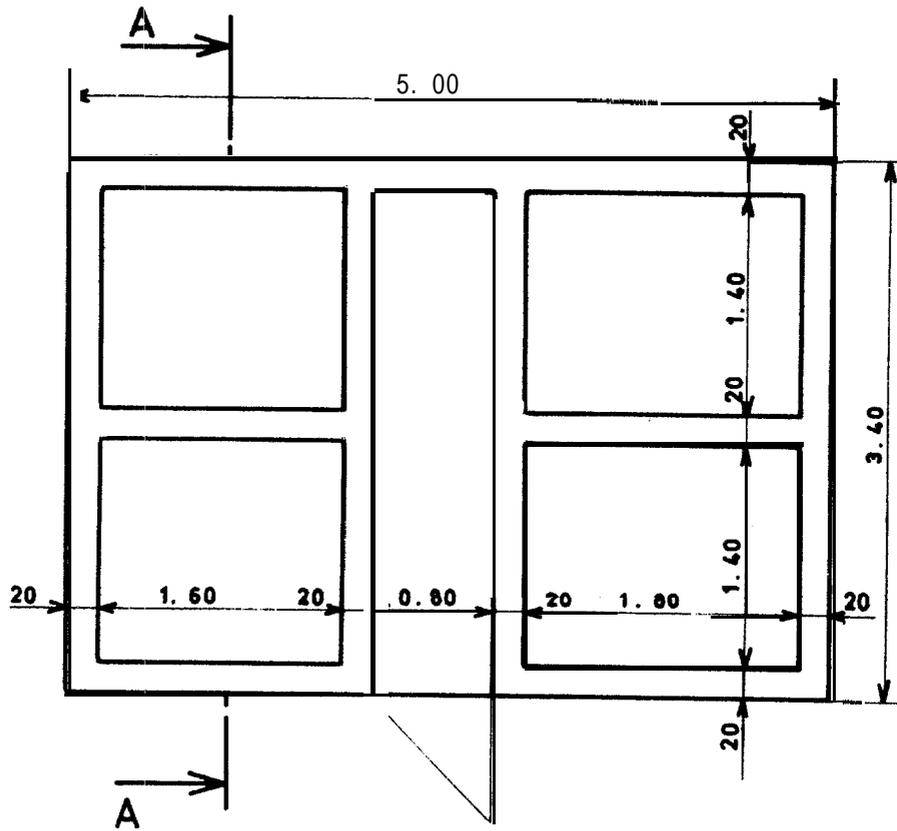
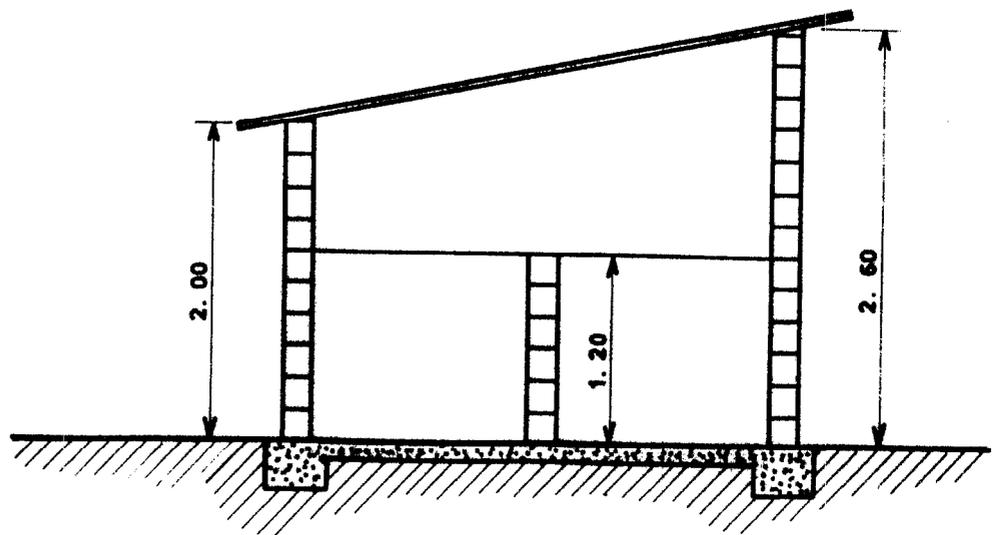


FIG: 13, SILO MAGASIN



VUE EN PLAN



COUPE AA

L'orifice de vidange de 24cm x 9 cm se trouve dans la partie inférieure.

Les dimensions de ce silo d'une capacité de deux tonnes sont les suivantes :

- longueur = 1,40 m)
- largeur = 1,00 m) 2,24 m³
- hauteur = 1,60 m)

Le coût de construction s'élève à 33,000 F CFA/m³.

Fût métallique (cana-grenier ITA)

Il est constitué d'une tôle enroulée et soudée, à fonds emboutis étanches. Le principe de conservation des graines est l'asphyxie des insectes par manque d'oxygène et surproduction de gaz carbonique. La capacité du fût varie de 50 à 210 litres (40 à 150 kg). La durée d'utilisation est d'environ 10 ans selon l'ITA.

Le coût d'une unité de 210 litres est estimé à 5.000F CFA. Le fût ordinaire de 200 litres (120 à 130 kg) donne également de bons résultats pour la conservation des semences. Son coût est d'environ 4.000 F CFA.

D'autres procédés de stockage (sacs plastiques) ont été testés sans succès : les rongeurs (rats en particulier), étant friands de cette matière, ouvrent la voie aux autres déprédateurs,

Si les principes de stockage sont respectés, on obtient une bonne conservation du grain avec les structures ci-dessus mentionnées. Les investissements requis sont cependant très souvent hors de portée du paysan moyen sénégalais qui ne stocke que pour ses besoins d'autoconsommation. Or, le stockage en épis dans les greniers traditionnels assure une assez bonne conservation du grain, Il faut donc nécessairement envisager l'utilisation de ces structures dans l'optique d'une augmentation de la production agricole et d'une meilleure organisation des filières de commercialisation.

.../...

ii) Silos de type coopératif

Silo métallique ouvert

Il est en tôle cintrée, ondulée et galvanisée, munie d'un toit en tôle et ayant une embase cimentée. Les dimensions sont les suivantes :

- diamètre = 2,68 m
- hauteur = 3,36 m
- capacité = 140 quintaux (14 tonnes) à 76 de poids spécifique.

Trois (3) orifices sont prévus :

- 1 plaque de visite boulonnée de 70 cm x 50 cm pour vidange complète et nettoyage du silo ;
- 1 tube cylindrique de 20 cm de diamètre pour la mise en place de la vis de reprise ;
- 1 boucle cylindrique pour branchement de l'électro-ventilateur.

L'installation complète comprend donc :

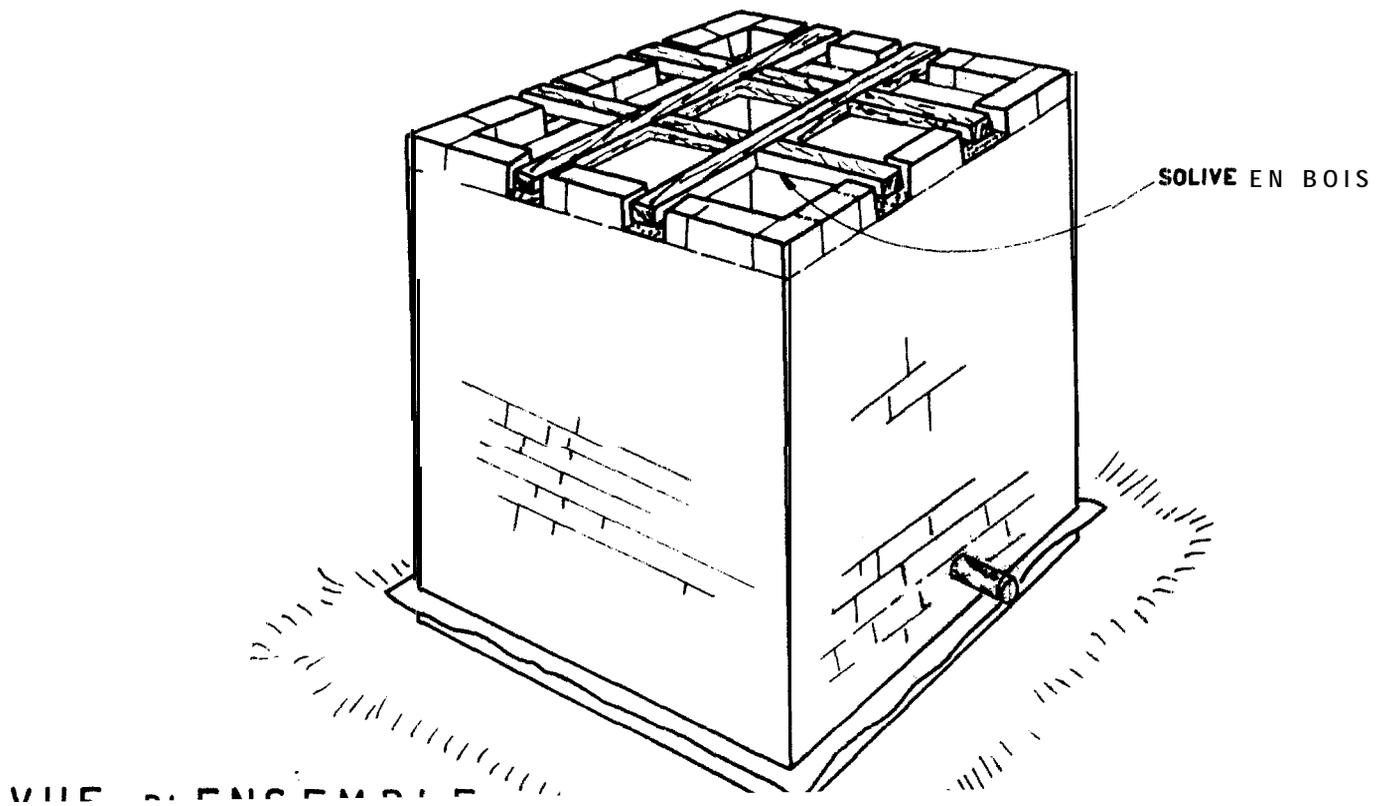
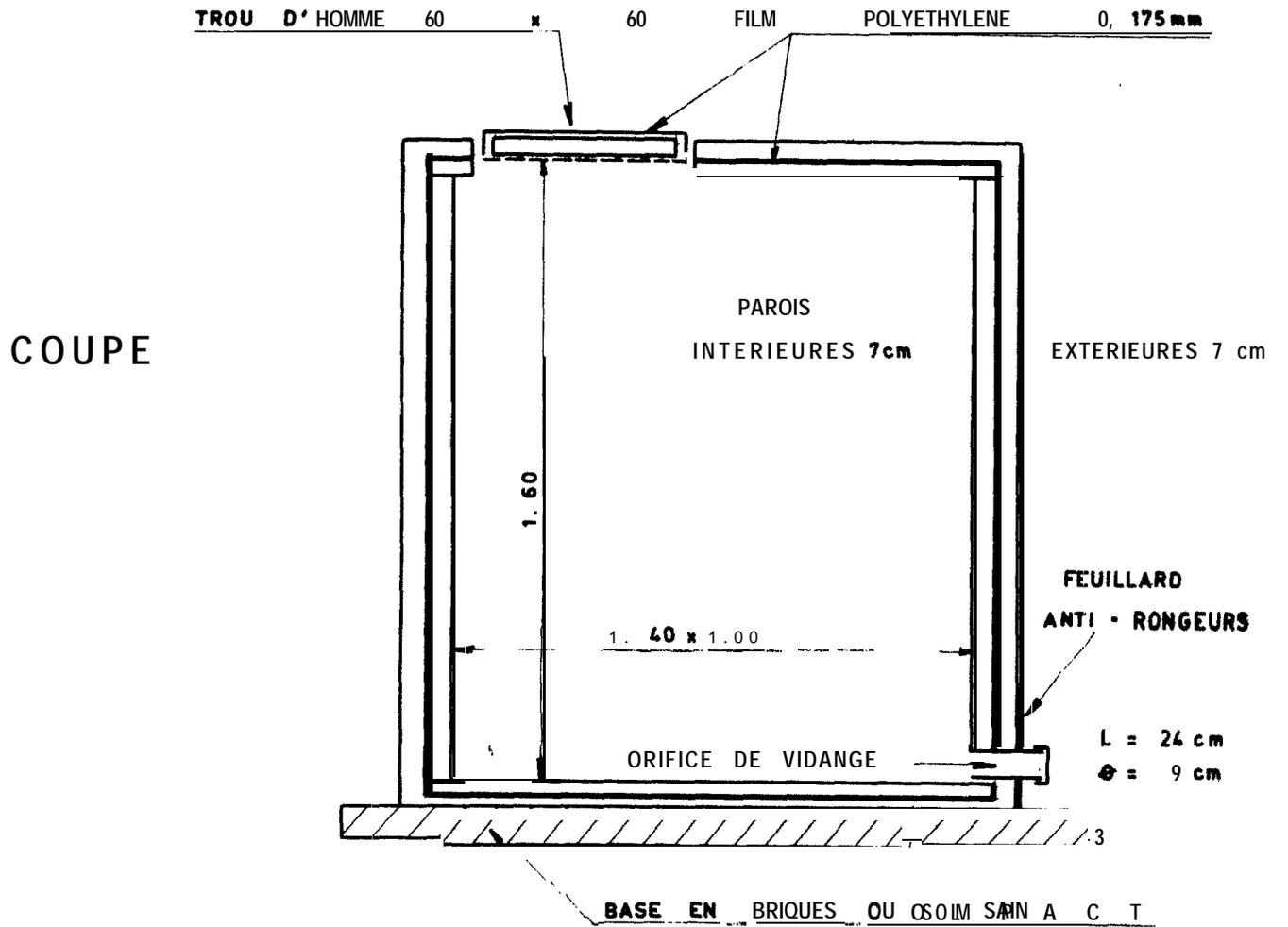
- 1 silo de 14 tonnes ;
- 1 électro-ventilateur de 2 CV et un réseau de graines ;
- 1 vis de 5 mètres pour le chargement et le dépoussièrage (100 à 200 q/heure) ;
- 1 vis de 4 mètres pour le déchargement (50 q/heures) ;
- 1 toit en tôle ondulée ;
- 1 embase en ciment.

L'amortissement de ce silo est prévu sur 10 ans, soit environ 15.000F CFA/tonne. On peut diminuer les coûts par :

- La suppression du système de ventilation, étant donné que l'humidité des produits stockés est en général assez basse (9 à 12 p. 100) ;
- L'utilisation de silos plus grands, par exemple de 30 tonnes au moins.

.../...

FIG : 11 . SILO PUSA



Magasins type PL 480 Titre III

Ce type de magasin est implanté au niveau des Chefs-lieux de communautés rurales. Il est de capacité variable avec ossature BA, bardage en aggl., toiture en tôle et une porte. Les dimensions sont : 20 m x 8 m x 4,5 m (hauteur moyenne). Le coût est de 23.500F CFA/t logée (en 1983).

Magasins de 500 et 1000 tonnes (Programme de Sécurité Alimentaire)

Ce sont des magasins entièrement fermés, sans dispositif de ventilation, conçus pour la fumigation sans bâches.

Ils ont une ossature en BA avec bardage en maçonnerie d'agglomérés de ciment, une charpente métallique en treillis, une toiture courbe en tôle d'un seul tenant et des portes métalliques à deux vantaux sur un pignon. On a les dimensions respectives suivantes : 20 m x 15 m x 4,5 m et 40 m x 15 m x 4,5 m.

Le coût de revient est de Z-0.000 F CFA/tonne logée.

Magasins de 1000 et 2000 tonnes (Programme de régulation)

Ils sont constitués de charpente en portique d'IPN (système classique ou STRAN) avec toiture en fibro-ciment ou en tôle galvanisée et des portes coulissantes en pignon et long pan (4 pour les 1.000 t et 6 pour les 2.000 t). La ventilation est naturelle et se fait par lanterneau à ouverture fixe ou réglable.

Les dimensions pour 1.000 tonnes et 2.000 tonnes sont respectivement : 25 m x 30 m x 4,5 m et 50 m x 30 m x 4,5 m.

Silos en plastique de 500 tonnes

Ils sont de deux types :

- Le silo "riedel" en trévira PVC
- Le silo "Cherwell" fait d'un mélange butyl et EFDM et recouvert à l'extérieur de EPDM également,

.../...

Les parois de ces types de silos sont donc flexibles et ils peuvent servir pour le stockage en sacs, Ils assurent une bonne protection contre les insectes et peuvent également servir de chambres de fumigation. Une barrière en tôle entourant le silo empêche l'invasion des rongeurs et supprime les dégâts causes par les animaux domestiques aux parois (HAYWARD L.A.W., 19833.

La base du silo constitue une barrière efficace contre la vapeur d'eau, de telle sorte qu'on n'a pas besoin de palettes, Une pulvérisation du site avec un insecticide très persistant est cependant nécessaire pour une meilleure protection du film plastique contre les termites (HAYWARD L.A.W - 1983). Ce silo doit toujours être plein.

Les stocks des magasins doivent faire l'objet de traitements réguliers si l'on veut arriver à de bons résultats qui justifient les investissements consentis (HAYWARD L.A.W - 1978 - 1983 ; NIANE D. - 1983) :

- x désherbage des alentours du magasin;
- x traitement préalable des sols, plafonds et parois en produits phytosanitaires avant et durant toute utilisation (baythion, folithion, actellic);
- x traitement de fumigation sous bâches pour les magasins ventilés ou sans bâches pour les magasins hermétiques (phostoxin,...);
- x traitement d'entretien avec de la poudre de contact (bromophos,...).

En plus de ces soins réguliers, ces structures demandent un personnel qualifié chargé de l'entretien préventif e-t du contrôle/ révision périodique des toitures et des parois afin de préserver les stocks emmagasinés de toute détérioration.

Comme on peut le constater, il existe plusieurs structures de stockage du grain qui donnent des résultats techniques satisfaisants. L'utilisation de ces structures aux différents niveaux

TABLEAU V : RECAPITULATIF DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTES STRUCTURES DE STOCKAGE

	TYPES	STO-CKAGE	ARACTERISTIQUES DE FABRICATION				Coût en francs CFA par kg	OBSERVATIONS-TRAITEMENT	
			PAROIS	ASSISE	TORTURE	CAPACITE EN t			
GRENIER	TRADITIONNEL	I-C	EP	Végétaux	Latérite	Chaume	-	3	Pertes moisissures et insectes faibles
	AMELIORE	I-C	EP.GR	Végétaux + terre	Latérite	Chaume	-	5	1 traitement bromophos sur les grains
	CANA	I	GR.	Tôle ondulée	Tôle	-	0,04 à 0,15	12,5	Etanchéité complète
SILO	METALLIQUE	I	GR.	Tôle galva.50/100	Cimentée	Conique - tôle	1,5 à 2	13	Bromophos à l'ensilage
	CARRERA	I-C	GR.	Agglomérés	Cimentée	Béton	3	16	Ensilage et vidange l.
	METALLIQUE OUVERT	I-C	GR.	Tôle cintrées et ondulées	Cimentée	Tôle	14	15	Avec un électroventilateur et 2 vis pour le chargement et déchargement
	PUSA	I-C	GR.	Briques+plastiques	-	Tôle	2	26,4	Silo fumigable
	PLASTIQUE	C,Co	GR.	TREVIRA	-		500	16,2	Barrière en tôle contre les rongeurs
SILO	MAGASIN	I-C	GR.	Agglomérés	Cimentée	Tôle	12	10,8	Insecticide au départ puis tous les 21 jours
MAGASIN (SACS)	PL 480	C,Co	GR.	Agglomérés	Cimentée	Tôle	400	23,5	Traitements insecticides fréquents
	500-1000 T	C,Co	GR.	Agglomérés	Cimentée	Tôle	500-1000	20	Double dose fumigant étanchéité réduite
	1000-2000 T	C,Co	GR.	[Agglomérés	Cimentée	Tôle-fibro	1000-2000	2 7	Traitement insecticide de surface et fumigation sous bâches

LEGENDE : 1 = Individuel C = Collectif Ep = Epis GR = Grains Co = Commercialisation t = tonne.

dépendra des objectifs que l'on veut atteindre et des capacités techniques et financières des utilisateurs.

Le tableau V résume les caractéristiques techniques et financières des structures décrites.

5. Le décorticage et la mouture

Ces 2 opérations sont regroupées dans le même paragraphe car i) traditionnellement elles ne peuvent être dissociées et ii) bien que les premières expériences d'appareils regroupant ces opérations aient échoué, il n'est pas absurde de repenser à des solutions techniques de ce type.

5.1. La méthode traditionnelle (I)

Elle a été très bien décrite par TOURTE et NIANE en 1960 :

Le décorticage, effectué au pilon dans un mortier, est précédé par un nettoyage au tamis de 2,5 mm pour éliminer les déchets et le sable. Le grain est humidifié (5 p. 100 d'eau) pour que le dépelliculage s'effectue sans casse. Le produit fini est vanné (van en paille tressée) pour séparer le grain décortiqué (83 p. 100) du son (14 p. 100) et des brisures (3 p. 100).

Ensuite, le grain lavé est laissé au repos pendant un temps variable ($\frac{1}{2}$ à 1 h) ; ce produit humide subit un début de fermentation qui donnera le goût acide particulier des préparations traditionnelles,

Puis, le grain décortiqué est pilé à nouveau et tamisé (maille de 1 mm) pour donner des semoules extrêmement fines, qui, reconditionnées, serviront à la fabrication d'autres mets, à base de lait caillé par exemple.

Les principales caractéristiques de cette séquence sont :

.. L'aspect quotidien, rendu obligatoire par le manque de stabilité de la farine obtenue (l'humidité nécessaire aux transformations déclenche le processus de fermentation).

.../...

La lenteur et la pénibilité de ces opérations quotidiennes qui les rendent vraiment contraignantes pour les femmes.

Les performances enregistrées sont d'environ 2 kg/femme/h pour un rendement moyen au décortilage de 83 p. 100. (Voir tableaux VI et VII pour le détail),

5.2. Les techniques améliorées

Devant ces importantes contraintes quotidiennes de la femme Sénégalaise, la Recherche s'est-très tôt intéressée à l'amélioration au point de principe de décortilage et de mouture à sec, afin d'obtenir un produit stable et ainsi soulager la femme Sénégalaise dans son travail quotidien.

5.2.1. Historique

La majorité des expériences a concerné la motorisation, très peu l'énergie humaine et encore moins l'énergie animale. En fonction des types de machines testées, il ressort 4 grandes catégories :

a) Les moulins (*)

Dès la fin de la seconde guerre mondiale, des moulins à meules (fig 22) et à marteaux (fig 23) ont été importés pour être testés sur les céréales africaines. Quelques modèles étaient manuels, mais leurs débits peu intéressants par rapport à la méthode traditionnelle les ont rapidement éliminés ; on peut citer le mini-mil de BARRAULT-LEPINE (fig 19), le JUNIOR de CHAMPENOIS (fig 20) dont les débits variaient de 6 à 20 kg/h. Mais la majorité des essais a porté sur des modèles entraînés par des moteurs thermiques de 3 à 4 CV, avec des débits de l'ordre de 200 kg/h. Vers 1960, certains constructeurs présentaient des moulins à meules combinés à une bluterie (FAO** fig 22), qui, grâce à des tamis, sépare farines, semoules et sons,

* Dans toute la suite du texte, nous employons le terme moulin, aussi bien pour les appareils à meules qu'à marteaux, ceci afin de faciliter la compréhension, car le terme approprié pour les appareils à marteaux est "broyeur". Ainsi, dans chacun des cas on utilise une technique différente (mouture, broyage) pour aboutir à des résultats pratiquement identiques pour le mil.

** FAO - Fonderies et Ateliers de l'Ouest - Vitre - FRANCE.

TABLEAU VI : TEMPS DE TRAVAUX DE METHODE TRADITIONNELLE

POUR 2 KG DE GRAINES	TEMPS EN MN	P.100
Nettoyage préalable (tamis 2,5mm)	2	3,1
Mouillage	1	1,6
Premier pilage	5	7,8
Vannage	4	6,3
Lavage	5	7,8
RESSUYAGE	25	39
Deuxième pilage	16	25
Tamisage 2 passages	20 4	31,3 6,3
Séparation des issues	2	3,1
T O T A L	64	100

TABLEAU VII : QUALITE DU TRAVAIL EN METHODE TRADITIONNELLE

I S S U E S	p.100 de G en poids	p.100 du produit/initial en poids
G = grains dépelliculés entiers	100	83
dont; : semoules grossières	17	14
semoules fines	15	12,5
farine	68	56,5
SON	-	14
BRISURES	-	3

Source : TABLEAUX VI et VII : R. TOURTE - I. NIANE - 1960.

Mais très rapidement, les utilisateurs se sont orientés vers les moulins à marteaux pour les raisons suivantes :

- Réglages et utilisation plus faciles.
- Meilleure adaptation au grain humide issu de la méthode traditionnelle ; avec les meules, l'humidité provoque un fort échauffement et une mauvaise mouture. Présence de morceaux de meules dans les farines, conséquence de mauvais réglages.

Depuis le début, il existe des fabrications locales de moulins à marteaux. On peut signaler aussi, les tests d'un moulin à meules, à énergie animale, en cours à GOSSAS.

b) Le groupe de décortilage et mouture (fig 21)

Déjà en 1957, la mise au point d'un appareil pouvant réaliser simultanément les 2 opérations préoccupait la recherche, Grâce à l'appui de la Société TROPICULTURE (*) et d'un de ces constructeurs (FAO), un groupe de transformation complet EURAFRIC (décortilage - nettoyage - mouture - blutage) a été testé à partir de 1959 à Bambey.

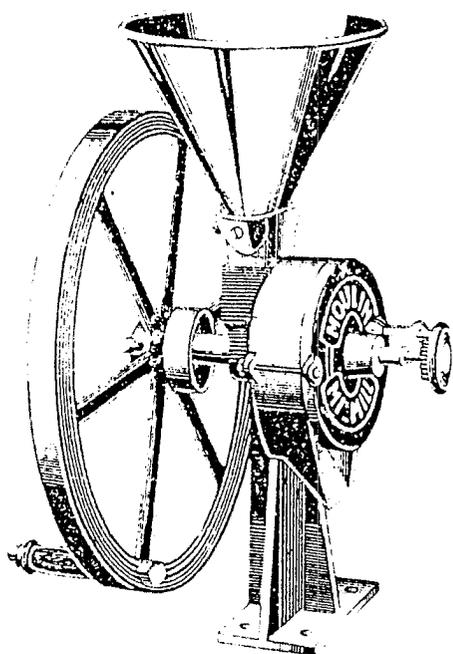
Malgré le peu de fiabilité des résultats obtenus avec le décortiqueur à rotor cylindrique, le gouvernement sénégalais commande, fin 1962, 250 groupes EURAFRIC pour le monde rural ; ce fut un échec.

A partir de 1963, FAO présente un rotor conique qui fournit un excellent travail, mais L'usure est beaucoup trop rapide. A ce moment, le débit de l'ensemble est d'environ 130-150 kg/h, mais devant les difficultés rencontrées par la mise au point du décortiqueur, l'idée de fabriquer un groupe unique est abandonnée,

c) Le décortiqueur - nettoyeur FAO à rotor conique (fig 15)

En 1964, FAO met au point un groupe décortiqueur-nettoyeur indépendant (EURAFRIC M 164) à rotor conique. La principale anomalie demeure l'usure, encore trop rapide, des battes (durées de vie : 5,5t). Le rendement moyen est de 150 kg/h.

(*) TROPICULTURE : Association de constructeurs de matériel agricole pour cultures tropicales.



fig_19 : moulin manuel
BARRAULT LEPINE

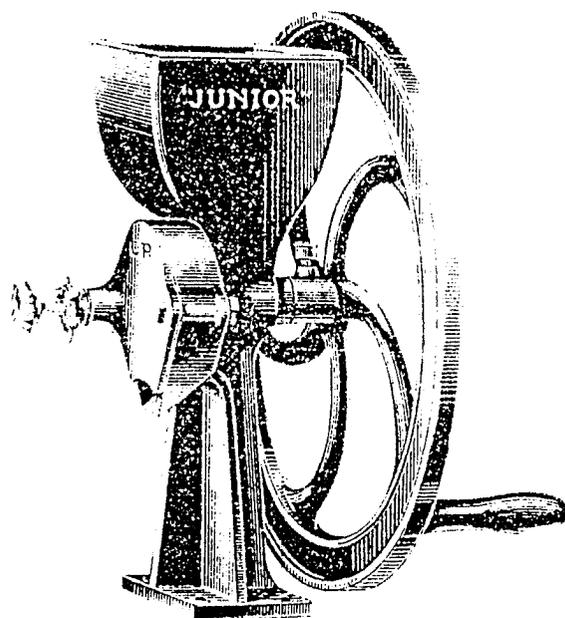


fig 20 : moulin manuel
CHAMPENOIS

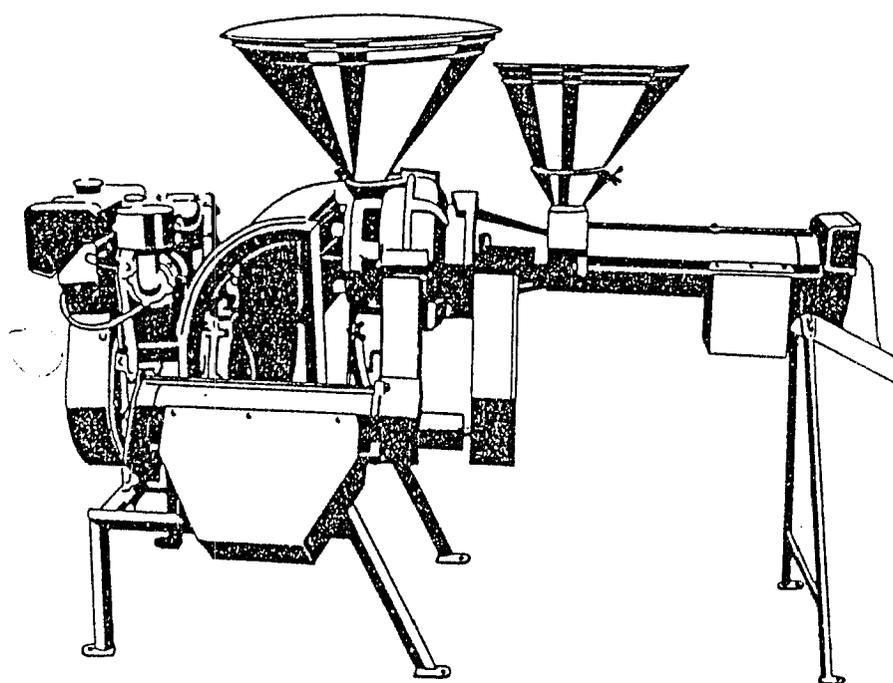


fig 21 : groupe de décortiquage-mouture
EURAFRIC
(avec moteur thermique)

Le modèle proposé jusqu'à maintenant est issu de ce groupe et il est toujours sujet à une usure rapide des battes ; il n'est plus vendu aujourd'hui au Sénégal.

d) Le décortiqueur - nettoyeur PRL à meules (fig 16)

Le modèle introduit depuis 1978 au CNRA par le CRDI (*), donne de très bons résultats et ne pose pas pour l'instant de gros problèmes techniques. Son principal défaut provient du fait qu'il fonctionne avec une charge minimale de 15 kg nettement supérieure aux besoins quotidiens d'une famille moyenne. L'introduction prochaine d'un modèle plus petit (charge mini 2 kg) semble prometteuse.

5.2.2. Caractéristiques des diverses machines

i) Les décortiqueurs : FAO et PRL

i-1. Spécifications techniques

	FAO	PRL
Poids avec moteur	Environ 300 kgs	300 kgs
Mode d'entraînement Puissance nécessaire	Moteurs thermique ou électrique 10 CV 7,5 cv	Moteur thermique ou électrique 10 CV 8 CV
Fonctionnement Vitesse de rotation	-- Cône métallique abrasif - Rotor avec 3 battes en caoutchouc - Continu	- 12 meules en carborundum ou résine - Ø 27 cm I(**)=1,5 à 3cm - Continu ou discontinu (mais charge mini 15 kg) - 1100 Tr/mn.
Système de nettoyage (élimination son et brisures)	- Ventilateur et tamis	- Ventilateur (aspirateur)
Débit annoncé	130 à 150 kg/h	100 à 150 kg/h
Estimation coût T.T. 1984 avec moteur thermique 10 cv	2.000.000	3.000.000

(*) CRDI : Centre de Recherches pour le Développement International.
OTAWA - CANADA.,

(**) I = Intervalle entre meules

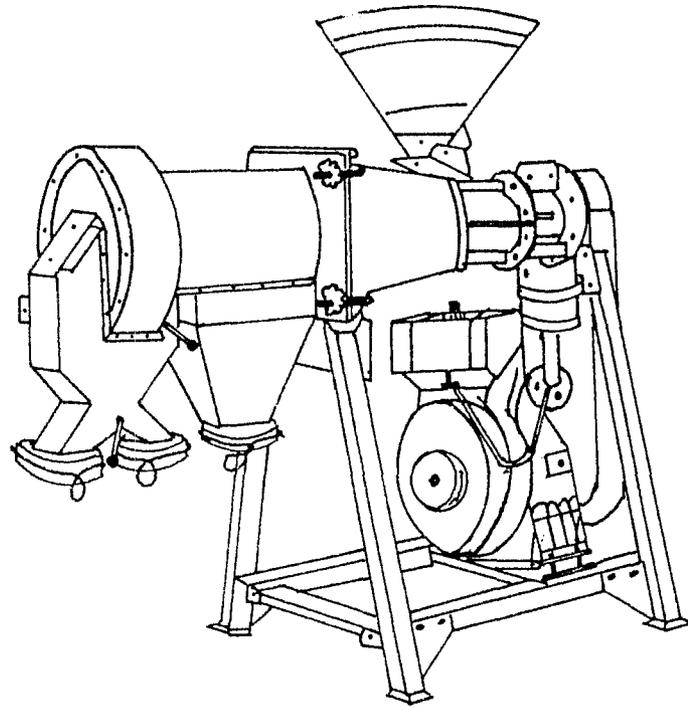


fig 15 : décortiqueur nettoyeur FA 0
avec moteur thermique

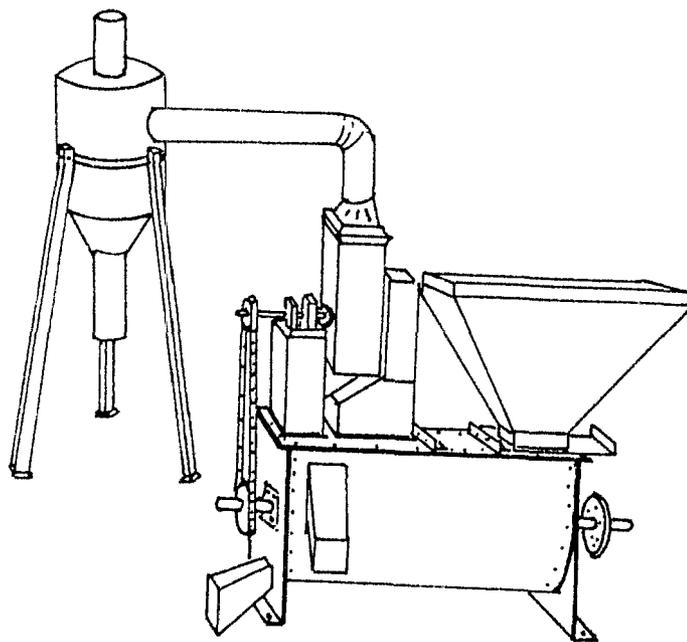


fig 16 : décortiqueur nettoyeur HILL

A la Lecture de ce tableau, nous pouvons dire que :

- Les débits et les coûts sont trop élevés pour justifier une utilisation individuelle et même une utilisation villageoise.
- Les cibles préférentielles ne peuvent être que les zones urbaines et semi-urbaines et les gros villages pour une commercialisation du produit fini ou pour du travail à façon sur de grandes quantités.

i-2. Les principes de fonctionnement

■ Le modèle FAO (fig 17)

Les grains bruts descendent de la trémie vers les tampons décortiqueurs qui les "frottent" sur la partie abrasive ; la qualité du décortilage dépend de l'écartement entre les tampons et la partie abrasive, Les produits sont ensuite expulsés vers le nettoyeur, les sons légers et poussières passent au travers du tamis ; les gros sons et glumes sont aspirés par Le ventilateur qui les expulse à l'extérieur, tandis que les grains décortiqués ressortent à l'extrémité de la machine, prêts pour la mouture.

Les principaux réglages agissent sur :

- L'alimentation au moyen d'un volet d'ajustement du débit.
- La finesse du décortilage en écartant ou rapprochant la partie abrasive et le rotor ou moyen d'une manette accessible pendant le fonctionnement de l'appareil.
- La qualité de la séparation en choisissant le tamis adéquat.

- Le modèle PHL (fig 18)

Pour fonctionner, le rotor (4) doit être au moins à moitié couvert de graines pendant toute l'opération (minimum de charge : 15 kg). Le décortilage proprement dit s'effectue par l'usure des glumes au fur et à mesure du glissement des grains entre les meules (4). La qualité du décortilage dépend du temps de séjour des grains à l'intérieur de l'appareil et de la vitesse de rotor, Le nettoyage est réalisé par un aspirateur (7) qui évacue les glumes et les sons (8) vers le cyclone.

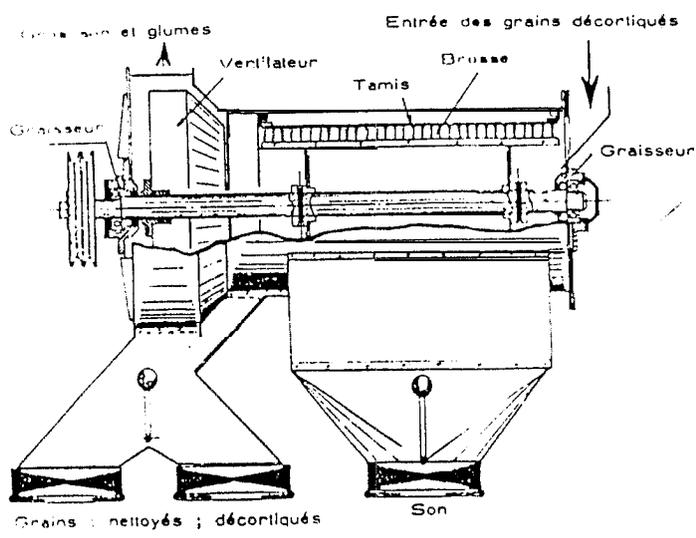
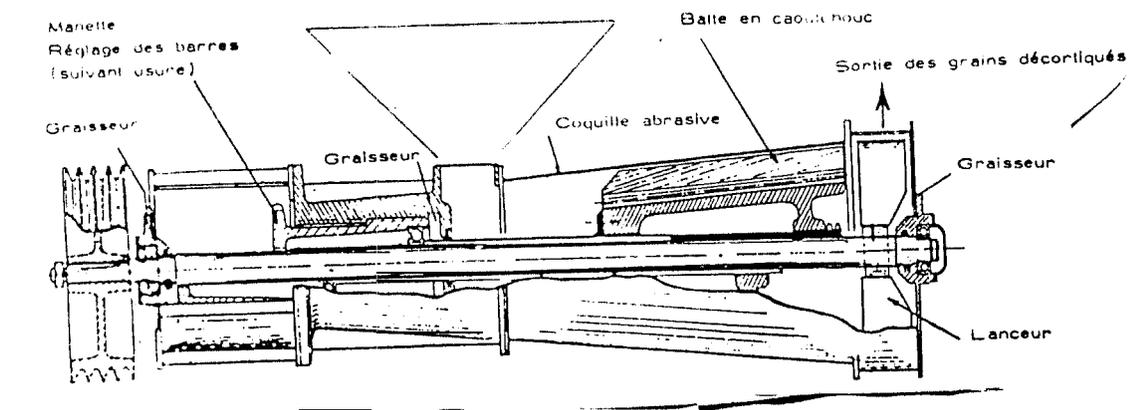
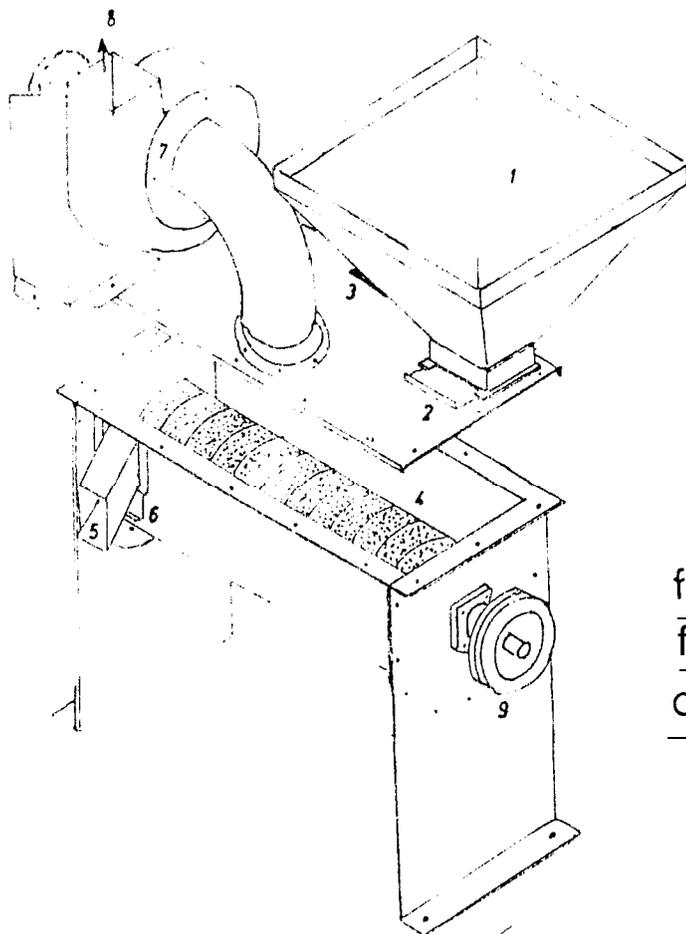


fig 17: principe de
fonctionnement du
décortiqueur nettoyeur
FAO



- 1 TREMIÈ
- 2 VOLET D'ALIMENTATION
- 3 ENTRÉE D'AIR
- 4 CHAMBRE DE DÉCORTICAGE
- 5 SORTIE GRAINES DÉCORTIQUÉES
- 6 VOLET RÉGLABLE
- 7 ASPIRATEUR
- 8 SORTIE SON VERS CYCLONE
- 9 POULIE D'ENTRAÎNEMENT

fig 18: principe de
fonctionnement du
décortiqueur nettoyeur

HILL.

Une fois l'opération terminée, il reste toujours un résidu de grains décortiqués au fond du rotor, que l'on peut récupérer par une sortie de vidange aménagée à la base de l'appareil.

Les réglages agissent sur :

- Le débit à l'alimentation au moyen d'un volet (2)
- La qualité du décortilage, au moyen du volet de sortie (6) qui joue sur la durée de séjour du produit l'intérieur du décortiqueur.
- Le maintien de la charge minimum en ajustant le débit à l'alimentation (2) et celui à la sortie (6).

i-3 Les performances

Nous ne disposons que de résultats en station.

	(1) FAO	PRL (2)
Débit horaire en kg	150	100-150 kg/h
Rendement au décortilage en p.100	86 p.100	75 à 80 p.100
Pertes : brisures dans sons et glumes	0,6 p.100	0,5 p.100

Sources : (1) LEMOIGNE M. 1964

(2) DIOP A. 1379 , MBENGUE H.M. 1982, 1983.

Les chiffres de rendement au décortilage sont les meilleurs que l'on puisse obtenir. Très souvent, pour augmenter les débits horaires, on se contente d'un décortilage légèrement moins satisfaisant.

A l'utilisation, les meules en carborundum se sont avérées très fragiles, elles éclatent littéralement si elles sont mal réglées. Il est nécessaire que le produit à décortiquer soit propre. Un aimant dans la trémie permet de protéger efficacement les pièces travaillantes.

.../...

ii) Les moulins

ii-1., Spécifications techniques :

Le tableau VIII fait ressortir que la plupart des modèles proposes ne sont pas adaptés aux utilisations individuelles (débits importants, coûts élevés), mais vu qu'ils fonctionnent en continu, ils peuvent traiter de toutes petites quantités (de l'ordre de lkg) et être utilisés pour le travail à façon.

ii-2. Les principes de fonctionnement

■ les moulins à meules (fig 22)

Les grains décortiqués chutent de la trémie d'alimentation (1) dans la chambre de mouture. Ils sont broyés entre la meule fixe et la meule mobile (2).

Les produits obtenus peuvent être séparés par une bluterie (tamis); ils sont ensuite dirigés vers les différentes goulottes d'ensachage (grosse semoule, semoule fine).

Les réglages agissent principalement sur :

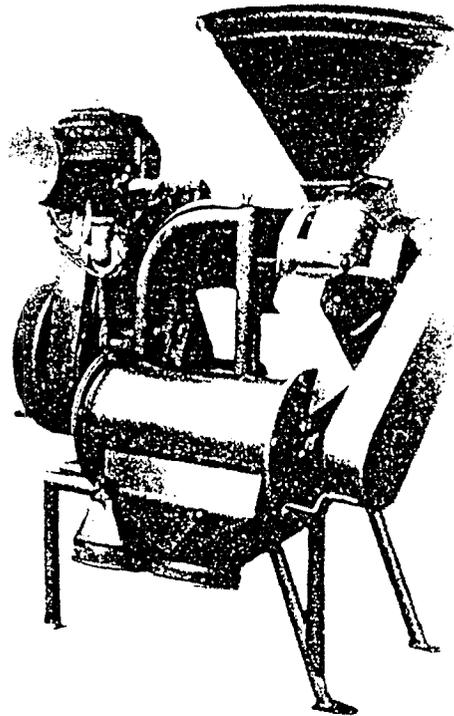
- Le débit d'alimentation à l'aide d'une vis permettant de rapprocher ou d'écartier les meules, ou en faisant varier la vitesse.

■ Les moulins à marteaux (fig 23)

De la trémie d'alimentation (1) les grains décortiqués tombent directement dans la chambre de mouture (4). Ils sont ensuite broyés par percussion avec les marteaux et le tamis au travers duquel passent les semoules. Ces dernières sont ensuite dirigées vers la goulotte d'ensachage (5) où est fixé le sac de décompression (8).

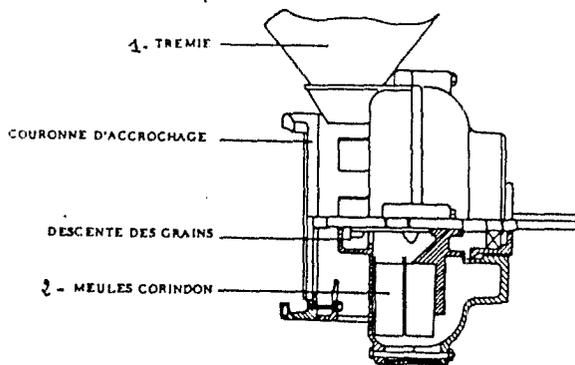
Les réglages agissent sur :

- + Le débit d'alimentation à l'aide d'un volant (3)
- + La finesse de mouture par le choix du diamètre des trous du tamis et la vitesse de rotation de l'arbre support des marteaux.

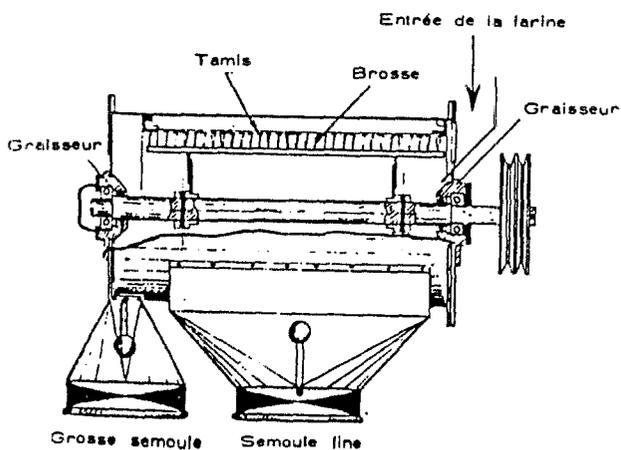


groupe moulin-bluterie avec moteur thermique

fig 22 : MOULIN A MEULES AVEC BLUTERIE

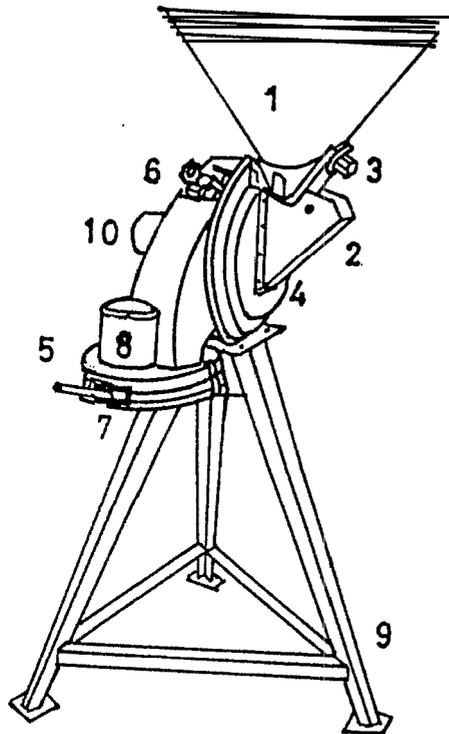


détail principe moulin à meules verticales



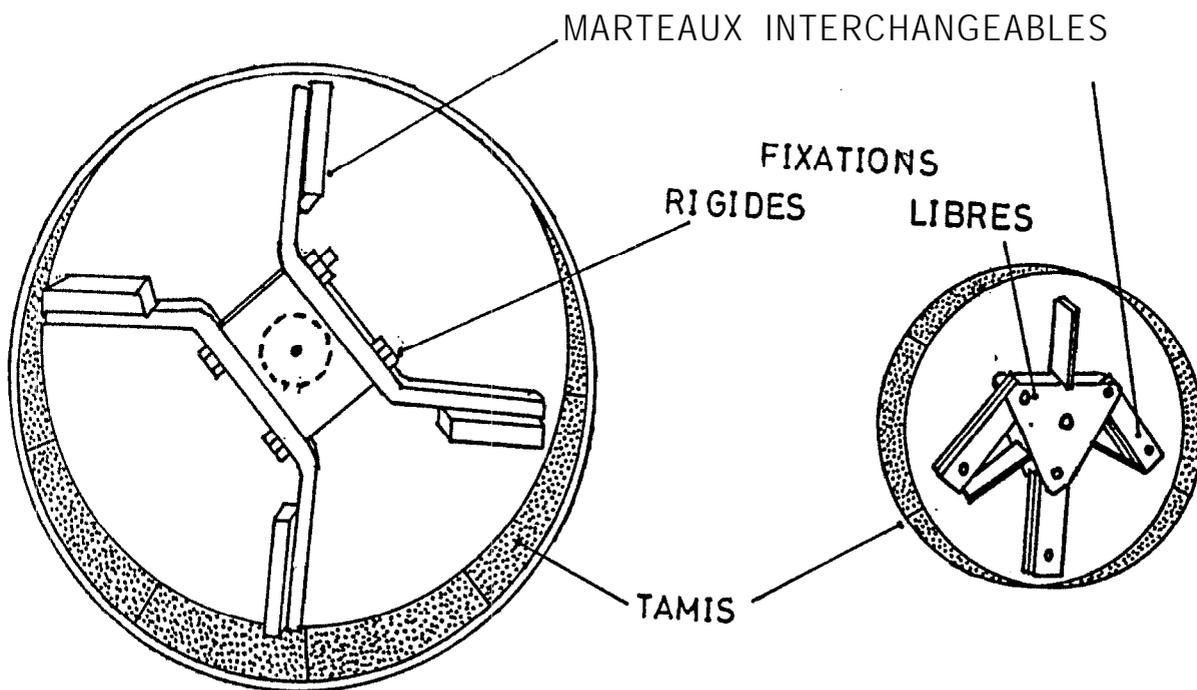
détail principe bluterie à tamis

fig 23 : MOULIN "BROYEUR" A MARTEAUX



- 1 **TREMIE**
- 2 ALIMENTATION **EPIS DE MAÏS**
- 3. VOLANT DE REGLAGE DU DEBIT
- 4 CARTER CHAMBRE DE MOUTURE
- 5 **GOULOTTE** D'ENSACHAGE
- 6 VIS DE FIXATION **GOULOTTE**
- 7 COURROIE ATTACHE SAC
- 8 FIXATION **SAC** DE DECOMPRESSION
- 9 PIEDS
- 10 ARBRE D'ENTRAINEMENT :
FIXATION POULIE

description vue d'ensemble



détail marTEaux fixe s (4)
(modèle SISMAR)

détail marTEaux mobiles
(3 x 3)

ii-3. Les performances

Elles n'ont pas été mesurées sur tous les types de moulins et les essais ont porté essentiellement sur les variations de débits en fonction de la finesse de mouture désirée, Les résultats présentés ci-dessous ne sont que des exemples pour illustrer le texte ; ils ne concernent que les moulins à marteaux,

Type de moulin	Nombre de marteaux	Vitesse rotation en tr/mn	Produits transformés	Tamis Ø des trous	Débit en kg/h
FAO - TURBO JET 13 (a)	9	3 000	½mil + ½sorgho humides	0,8mm	350
NOFLAYE DE SISMAR (b)	4	3 000	Mil humain	1 mm	400
JACOBSON (c)	16	3 000	Mil) Mals) Sorgho) Soja)	0,5mm 0,7mm	250 300
			(humides ou secs)	1,0mm	350-t 00

Sources : (a) PLESSARD - PIROT 1972
 (b) MBENGUE - HAVARD 1984
 (c) MBENGUE 1983

NOUS ne disposons pas actuellement de données précises sur les performances de ces mêmes moulins dans les villages et les zones semi-urbaines.

5.2.3. Le parc de décortiqueurs et moulins

Là encore, le manque de données fiables se fait cruellement sentir, nous ne pourrions fournir que des estimations.

.../...

TABLEAU VIII : SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES MOULINS

TYPES DE MOULINS	A MEULES	A MARTEAUX
SPECIFICATIONS		
Poids en kg - avec moteur thermique	150 - 250	150 - 250
Mode d'entraînement	Moteurs thermiques (diésel) Moteurs électriques	Moteurs thermiques (diésel) Moteurs électriques
Puissance en CV	3 à 10	6 à 10
SYSTEME DE MOUTURE	2 meules verticales ou horizontales en silex ou acier ou aggloméré ou corindon vitrifié	de 4 à 16 marteaux fixes ou mobiles
- Vitesses de rotation en tr/mn	500 à 1000 TR/MN	3 à 4000 TR/MN
- Réglage finesse	- rapprochement des meules	- Ø des trous du tamis (0,5 à 1,5 mm)
- Fonctionnement	Continu	Continu
SYSTEME DE SEPARATION	- Facultatif : bluteur à tamis (0,6-0,8-1 mm)	
PRINCIPALES MARQUES REPRESENTÉES	TOY - FA@	SKIOLD ELECTRA PULVERIX LOCAL NOFLAYE (4 artisans) PERUZZO JACOBSON
Coût estimés en T.T. (1984)	- sans moteur 200 à 450,000 - avec moteur électrique 350 à 600.000 - avec moteur thermique 900 à 1.150.000	300.000 à 600.000 FCFA 350.000 à 800.000 FCFA 1.000.000 à 1.200.000 FCFA
Débits en kg/h	120 à 350	150 à 500

i) Sa mise en place

La diffusion est en général très réduite : quelques dizaines d'exemplaires pour les moulins à meules et les décortiqueurs FAO, 250 groupes EURAFRIC en 1962, 1 décortiqueur PRS ; par contre les moulins à marteaux ont été placés à quelques milliers d'exemplaires depuis 30 ans. A signaler que depuis 4 ou 5 ans, on ne vend pratiquement que des moulins à marteaux.

ii) Sa situation actuelle

Les seuls matériels fonctionnels sont les moulins à marteaux et quelques décortiqueurs dont le PRL de Bambey. Un recensement exhaustif sur le pays est nécessaire pour connaître la répartition exacte par marque ; déjà, les enquêtes effectuées sur DIOURBEL et THIES nous donnent : 605 moulins dont 460 sont fonctionnels et 41 décortiqueurs dont 12 en état de marche.

iii) L'utilisation des moulins

On parle souvent pour ces équipements de gestion en commun au niveau des villages par des groupements de femmes surtout, (la plupart des projets sont présentés dans ce sens). Pourtant, les premiers résultats de notre enquête sur DIOURBEL montrent que :

- La répartition entre moulins privés et communautaires est respectivement de 3/4 et 1/4 ; mais les privés sont surtout dans les villes et zones semi-urbaines et les communautaires dans les villages.
- Les moulins en panne sont surtout les communautaires et peu sont réparés (argent insuffisant). Il semble aussi que ces matériels fonctionnent trop peu pour être rentabilisés, ils sont souvent surdimensionnés pour ces besoins des villages.
- Les moyennes quotidiennes de produits transformés varient entre 150 et 350 kg pour les privés et entre 30 et 90 kg pour les communautaires.

c - INCIDENCES DES TECHNIQUES DE TRANSFORMATION SUR LA VALEUR
ALIMENTAIRE DES PRODUITS OBTENUS

1. Quelques données sur les vitamines, les protéines, les sels
minéraux et les polyphénols des céréales

1.1. Les vitamines

Les céréales sont des sources de thiamine, riboflavine, niacine, vitamine B6, acide folique, acide pentothénique et biotine. La majorité de ces vitamines est concentrée dans les couches externes du grain (péricarpe et couche d'aleurone).

1.2. Les protéines

Le taux de protéines peut varier dans des limites assez larges, tout comme la proportion des différents acides aminés : ils dépendent des techniques culturales appliquées, de la variété et de la grosseur des graines (ADRIAN, SAYERSE, 1957 ; BIDEAU ; HINTON, 1953 ; HULSE, LAING, 1974 ; HULSE, LAING, PEARSON, 1980). En moyenne, les grains de céréale renferment de 9 à 12 p.100 de protéines.

La proportion de ces protéines diminue progressivement de la couche d'aleurone vers les couches internes de l'endosperme, et de la couche d'aleurone vers les couches externes du péricarpe (HINTON, 1953). Les principales protéines qu'on rencontre dans les grains de céréales sont les glutélines, les prolamines, les globulines et les albumines. Il y a prédominance des glutélines et des prolamines dans l'endosperme, et des globulines et des albumines dans les couches externes du grain. Si d'autre part on considère l'équilibre en acides aminés de ces protéines, il résulte que les globulines sont riches en arginine, que les albumines renferment un fort taux de méthionine et de tryptophane, mais que les glutélines et les prolamines sont extrêmement pauvres en lysine et en thréonine. Ceci explique la corrélation négative observée entre la teneur en lysine et la quantité globale de protéines dans les grains de céréales (VAVICH-1959). Ainsi, chez la plupart des céréales, les grains à teneur protéique élevée présentent un intérêt protéique moins grand que ceux contenant peu de protéines par

suite d'une déficience plus importante en lysine qui constitue un facteur limitant.

1.3. Les autres constituants : sels minéraux, cellulose
et polyphénols

Les éléments minéraux et celluloses ainsi que les polyphénols sont concentrés dans les couches externes du grain et plus précisément dans le péricarpe (HINTON, 1953 ; BLAKELY, MILLER, ROSENOW, 1980). SCHLESINGER note d'ailleurs une corrélation positive de 0,8858 entre la teneur en centres et la teneur en éléments celluloses (SCHLESINGER, 1942).

2. Le rôle des transformations sur les constituants

Etant donné que les céréales ne sont qu'exceptionnellement consommées à l'état brut, mais presque toujours après avoir subi de **nombreuses** transformations d'ordre mécanique (décorticage, mouture, blutage) et d'ordre physico-chimique (fermentations, cuisson), leur valeur alimentaire dépendra du mode de conservation et de la durée du stockage mais également de l'ampleur de ces transformations.

2.1. Les opérations mécaniques

i) Le décorticage

Un taux de décorticage élevé (supérieur à 22 p.100) élimine virtuellement toute la couche d'aleurone et appauvrit considérablement la farine en éléments minéraux, en vitamines et en protéines de bonne qualité. Ces éléments se retrouvant dans le son. Un taux de décorticage inférieur à 15 p.100 englobe la quasi totalité de la couche d'aleurone et retient entre 95 et 100 p.100 des protéines initialement présentes dans le grain (HULSE, LAING - 1974 ; HULSE, LAING, PEARSON - 1980). De même qu'un fort taux de décorticage diminue la valeur nutritive du produit fini, les faibles taux de décorticage ont une action défavorable sur la digestibilité des protéines à cause de l'insoluble formique contenu dans les parties externes du grain ; la digestibilité des protéines varie inversement avec la proportion de son enlevé ; cette corrélation négative est particulièrement prononcée quand il s'agit, de sorgho et mil.

Les phénols et leurs produits d'oxydation réagissent en effet avec les protéines suivant trois modalités :

a) Liaisons hydrogènes entre les groupes OH des tanninsetles groupes NH, SH et OH des protéines ;

b) Liaisons ioniques entre les groupes anioniques des tannins et les groupes cationiques des protéines ;

c) Et liaisons covalentes entre les quinones et les divers groupes réactifs des protéines (HULSE, LAING, PEARSON - 1980). Les polyphénols réduisent non seulement les protéines et leur digestibilité, mais elles inhibent l'activité des différents systèmes enzymatiques dont les amylases, les lipases et les protéases. Les tannins peuvent aussi rendre inutilisable le fer (HULSE, LAING, PEARSON - 1980).

Du point de vue nutritionnel donc, et particulièrement pour les grains riches en polyphénols, le décorticage ne devrait concerner que les couches externes du péricarpe et le testa, s'il existe ; on obtiendrait ainsi un produit de haute valeur nutritive où tous les éléments pour les besoins d'entretien des adultes seraient conservés, Mais un tel produit est très peu accepté par les populations qui préfèrent une farine composée presque exclusivement de l'endosperme du grain.

ii) La mouture mécanique à sec

Les actions mécaniques répétées et les températures supérieures à 50°C provoquent des phénomènes de dénaturation des protéines dues à l'altération de la structure spatiale des chaînes polipeptidiques et à la dissolution des liens hydrogène en certains points de la macromolécule. Ceci est particulièrement accentué dans la mouture mécanique à sec où la température s'élève rapidement quand la vitesse des marteaux augmente. Il a ainsi été observé une tendance à la diminution des protéines en passant de 3000 à 3600 tours/minute, cette diminution du taux des protéines étant accentuée avec l'utilisation des tamis à mailles très fines (MBENGUE H.M., 1983),

.../...

2.2. Les transformations physico-chimique

Le mode de transformation influe aussi Sur la valeur alimentaire du produit fini. Ainsi, la transformation par voie humide, très répandue dans les pays en développement, tend à réduire non seulement la quantité totale des protéines mais aussi leur valeur biologique à cause de la solubilisation des fractions protéiques les plus riches en lysine, c'est-à-dire les albumines et les globulines solubles respectivement dans l'eau et dans les solutions salines neutres.

L'amélioration des méthodes traditionnelles de transformation des céréales locales devra être abordée non seulement sous un angle technique mais également sous l'angle de l'amélioration de la valeur alimentaire des produits finis, l'objectif étant de concilier l'idéal technique et l'idéal nutritionnel.

D - CONCLUSIONS - PROPOSITIONS D'ACTIONS DE RECHERCHE

1. Conclusions :

1.1. Caractéristiques et performances des techniques proposées

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

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

(*) Rappel : Ensemble des opérations de la récolte à la mouture.

(**) - Cette phase entrainera obligatoirement l'utilisation de nettoyeurs.

1.2. Les coûts

Pour déterminer l'incidence économique de la mécanisation complète de la séquence post-récolte, nous avons calculé les coûts des diverses opérations mécanisées par rapport au kg de grains entiers et le prix de revient d'un kg de farine.

Les chiffres consignés dans les tableaux IX et X montrent un coût élevé des transformations mécaniques (entre 50 et 93FCFA/kg de grains), qui porte le prix de revient de la farine entre 120 et 240F CFA/kg.

La farine de **mil** ainsi obtenue peut donc être difficilement compétitive des céréales importées et de préparation plus aisée (exemple les brisures de riz à 160F CFA/kg).

1.3. Les pertes quantitatives et qualitatives

. Il semble que les chiffres habituellement admis sur les pertes au stockage (30 p.100) correspondent plutôt aux pertes sur **l'ensemble** de la chaîne post-récolte.

. La recherche d'un taux de décortilage trop élevé (25 p.100), entraîne une chute de la valeur nutritive de la farine obtenue et une augmentation du prix de revient de cette dernière liée à la baisse de rendement.

. Le nettoyage et l'humidification des grains au moment du **décortilage** dans la méthode traditionnelle entraînent le lessivage de certains éléments nutritifs (protéines) par solubilisation dans l'eau et dans les solutions salines neutres.

. Des températures trop élevées (50°C) lors des transformations à sec provoquent des phénomènes de dénaturation des protéines **due** à l'altération de la structure spatiale des chaînes polypeptidiques et à la dissolution des liens hydrogène en certains points de la macromolécule.

2. Propositions d'actions de recherche

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

TABLEAU IX : COUTS MOYENS DES OPERATIONS POST-RECOLTE (EN FCFA/KG)

TYPE DE PRODUIT CONCERNE	OPERATIONS MECANISEES	COUT EN F CFA	
		MINIMUM	MAXIMUM
GRAIN ENTIER	BATTAGE	7	10
	STOCKAGE	13	33
	DECORTICAGE	20	35
GRAIN DECORTIQUE	MOUTURE	10	15
TOTAL		50	93

TABLEAU X : PRIX DE REVIENT DE LA FARINE EN F CFA/KG

	C O U T	
	MINIMUM	MAXIMUM,
GRAIN ENTIER (MARCHE)	75	150
A = GRAIN DECORTIQUE (*)	97	193
B = DECORTICAGE MECANIQUE	26	45
C = MOUTURE MECANIQUE	10	15
D = SON**	14	14
A + B + C - D = TOTAL	119	239

* Le taux de décortilage moyen est de 22 p.100 ; ainsi pour avoir un kg de grain décortiqué, il faut 1,282 kg de graines brutes,

** Le kg de son est vendu 50 F CFA sur le marché (base 1983).

.../...

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

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

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

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

3 - Recensement complet du matériel post-récolte actuellement utilisé au Sénégal et suivi de quelques unités représentatives.

Cette étude (enquêtes de terrain), déjà commencée dans les régions de DIOURBEL et de THIES, s'accompagnera de tests en station (performances, fiabilité technique,...) sur les principales machines proposées par les constructeurs industriels et artisanaux. Elle permettra de connaître toutes les contraintes liées à l'utilisation du matériel et devra déboucher sur des propositions concrètes en direction des constructeurs, fournisseurs et utilisateurs,

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

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

5 - Mise au point de nettoyeurs pour céréales en vue de la commercialisation des produits.

- BIBLIOGRAPHIE CONSULTEE -

- * ADRIAN, J. ; SAYERSE, C. 1957 - Composition des mils et sorghos du Sénégal.
Br. J. Nutr. 11, 99-105.
- * BIDEAU J. - Action de la fumure azotée sur la valeur nutritionnelle du mil,
- * CEEMAT 1974 Manuel de conservation des produits agricoles tropicaux et en particulier des céréales.
Techniques rurales en Afrique.
Secrétariat d'Etat aux affaires étrangères.
Paris, FRANCE.
- * CMAOM, 1962 Une présentation de matériels de traitements des produits et divers.
Bulletin de liaison n° 35 pp.17-19.
- * DELANNOY, J. 1977 - Les équipements pour traiter les produits après la récolte.
Machinisme Agricole Tropical n° 60 pp. 3-60.
- * DIAGNE, K. ; HA'VARD, M. 1981 - Compte-rendu d'essai de la batteuse à mil BOURGOIN
IS1?.A/CNRA Bambey - 3 p.
- * DIOP, A 1980 - Essai d'ajustement du moulin Jacobson et paramètres de base pour le décorticage.
ISRA - CNRA/BAMBEY.
- * HAYWARD, L.A.W, 1982 - Manuel d'achat et de protection des stocks céréaliers au Sahel.
Agroprogress A0 GmbH.
Ministère Fédéral. de la coopération économique,
Bonn.. F.F.A.
- * HAYWARD, L.A.W., NTANE, D. 1983 - Actes du séminaire sur la protection des stocks céréaliers en zone sahé-
lienne du 17/10/83 au 4/11/83 à Dakar.
Agroprogress A0 GmbH.

- * HAYWARD, L.A.W, 1983 Etude technique et économique des méthodes modernes de stockage de grain centralisé.
Agroprogress A0 GmbH.
- * HINTON, J.J.C., 1983 - The distribution of protein in the maize Kernel in comparison with that in the wheat.
Cereal chem, 30 (5), 441 - 445.
- * HUBBARD, J.E., - HALL, H.H. - EARLE F.R, 1950 - Composition of the component parts of the sorghum kernel.
Cereal chem. 27, 415-420.
- * HULSE, J.H, 1980 - Polyphenols in cereals and legumes.
Proceedings of a symposium held during the 36 th annual meeting of the Institute of food technologists, St. Louis, Missouri, 10-13 june 1979 ,
IDRC - 145è.
- * HULSE, J.H. - LAING, E.M. 1974 - Nutritive value of tritical protein.
IDRC - 021è.
- * HULSE, J.H., LAING, E.M., PEARSON, O.E. - 1980 - Sorghum and the millets : their composition and nutritive value,
Academic press - London, Nzw-York, Toronto,
Sydney, San Francisco.
- * IRAT/CNRA/BAMBEY, SISCOMA, 1973 - Présentation de la batteuse à mil (Pennisetum).
- * LEMOIGNE, M. 1963 - Moulin - Décortiqueur EURAFRIC et Prototype à décortiqueur conique.
IRAT/CRA/BAMBEY - 7 p.
- * LEMOIGNE, M. 1964 - Note sur la transformation des produits vivriers.
IRAT/CRA/BAMBEY - 6 p.
- * LEMOIGNE, M. 1964 - Compte-rendu de la campagne 1983
Division du Machinisme Agricole et génie rural
IRAT/CRA/BAMBEY - 10 p.

- * LEMOIGNE, M. 1965 - Résultats des activités 1964
Division du Machinisme Agricole et génie rural
IRAT/CRA/BAMBEY.
- * LEMOIGNE, M. 1964 - Compte-rendu d'Essai "Note de synthèse sur
les essais du groupe décortiqueur-nettoyeur, à mil,
type EURAFRIC M. 164".
IRAT/CRA/BAMBEY - 23p.
- * MBENGUE, H.M. 1.982 - Décorticage et mouture mécaniques à sec
des céréales et du soja au Sénégal. Etude tech-
nique et socio-économique du système dans le
milieu.
ISRA/CNRA/BAMBEY.
- * MBENGUE H.M 1983 - Décorticage et mouture mécanique à sec de
variétés de sorgho améliorées.
ISRA/CNRA/BAMBEY.
- * MONNIER, J. 1972 - Relation entre mécanisation, dimensions et
système d'exploitation.
M.A.T. n° 38 pp.33-43
- * NIANE, I., TOURTE, R. 1960 - Etude sommaire sur la préparation
de la farine de mil par la ménagère sénégalaise.
IRAT/CRA/BAMBEY - 6 p.
- * PLESSARD, F. 1974 - Une expérience d'introduction de la bat-
teuse à mil mécanique en milieu rural - Analyse
et résultats.
IRAT/CNRA/BAMBEY - 15 p.
- * PLESSARD, F., PIROT, R. 1972 - Essais complémentaires d'un moulin
à farine FAO TURBO JET 13.
IRAT/CRA/BAMBEY - 7 p.
- * PLESSARD, F. 1972 - Rapport de Mission "Modifications d'équi-
pement d'un moulin à farine FAO TURBO JET 13".
IRAT/CRA/BAMBEY - 8 p.
- * ROONEY, L.W., CLARK, L.E. 1968 - The chemistry and processin of
sorghum
grain. Cereal sci. Today 13, 259-261, 263-264,
285-286.
- * ROONEY, L.W., BLAKELY, M.E., MILLER, F.R., ROSENOW, D.T. 1980 -

Factors effecting the polyphenols in sorghum and their development and location in the sorghum kernel. in "polyphenols in cereals and legumes". pp. 25-35, IDRC - 145è.

- * SCHLESINGER, J.S., 1942 - Correlations between crude fibre and ash of wheat shorts.
CEREAL CHEM. 19, 838-839.
- * TOURTE, R., MONNIER, J. 1972 - Expériences et perspectives de motorisation : la motorisation en milieu paysan, pourquoi pas ?
Machinisme Agricole Tropical n° 39 - pp. 34-43,
- * TOURTE, R. , 1981 - Des céréales à l'écart des technologies intermédiaires de POST-RECOLTE, le mil et le sorgho.
Machinisme Agricole Tropical n° 75. pp. 46-53,
- * TOURTE, R., NICOU, BONLIEU, A. 1964 - Traitement après récolte des mils et sorgho,
Agronomie Tropicale n° 1.
- * TOURTE, R., NICOU, BONLIEU, A. 1964.
"La conservation des récoltes au Sénégal. Essai sur le mil, le sorgho, le paddy, le niébé".
Agronomie tropicale n° 1, p.7 à 45.
- * TROUDE, F. 1980 - Compte-rendu "Mécanisation du séchage et du stockage des produits agricoles tropicaux".
 - * Prototype de séchoir solaire pour céréales par Mamadou SARR p. 3 à 23
 - * Le stockage centralisé des céréales en zone sahélienne M. HAVARD p.23 à 32,.
Machinisme Agricole Tropicale n° '71 pp. 3 a 32.
- * VAVICH, M.G. ; KEMMERER, A.R. ; NIMBKAR, B. STITH, L.S., 1959 - Nutritive value of low and high protein sorghum grain for growing chickens. Poultr. Sci. 38, 36-40.
- * YACIUK, G. 1974 - Stockage au niveau paysannal et villageois.
CNRA/BAMBEY.