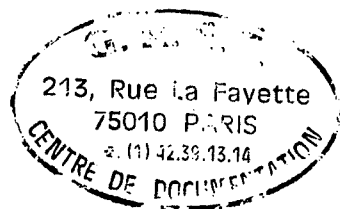


ALTERSIAL



# DU GRAIN À LA FARINE

**Le décortiquage et la mouture des céréales  
en Afrique de l'Ouest**

Martine FRANÇOIS

Octobre 1988

Collection « Le Point sur les Technologies »



**GRET**

**Ouvrages déjà parus dans la collection  
« TECHNOLOGIES ET DÉVELOPPEMENT »**

- ÉVALUATION DES ÉNERGIES RENOUVELABLES POUR LE DÉVELOPPEMENT (1981) 100 F
- ÉNERGIES NOUVELLES ET DÉVELOPPEMENT (1978) 30 F
- SAHEL ET TECHNOLOGIES ALTERNATIVES (1977) 40 F
- BIOMASSE : COMPARAISON DES VALORISATIONS DES SOUS-PRODUITS AGRICOLES PAILLES DE MIL, DE RIZ, COQUES D'ARACHIDE (1979) 57 F
- BIOGAZ : ÉLÉMENTS DE BIBLIOGRAPHIE (1980) 30 F
- ÉNERGIES RENOUVELABLES AU SAHEL : ÉVALUATION DES PROJETS (1982) 70 F
- LES ÉNERGIES DE POMPAGE : APPROVISIONNEMENT EN EAU ET ÉNERGIES RENOUVELABLES (1985) 80 F
- BIOGAZ (1984) 90 F
- SYSTÈMES PHOTOVOLTAÏQUES POUR LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT : MANUEL D'INSTALLATION ET D'UTILISATION (1983) 80 F
- LES POMPES À MAIN EN HYDRAULIQUE VILLAGEOISE (1987) 80 F
- ALTERNATIVES POUR LA TRANSFORMATION DU MAÏS (1980) 44 F
- NOURRIR AUTREMENT : PARI SUR UNE DÉMARCHÉ APPROPRIATIVE (1981) 69 F
- CULTURES ASSOCIÉES EN MILIEU TROPICAL : ÉLÉMENTS D'OBSERVATION ET D'ANALYSE (1982) 70 F

Ces ouvrages sont disponibles à :  
La Documentation Française  
29-31, quai Voltaire  
75007 PARIS  
FRANCE  
Tél. : (1) 40.15.70.00

**Ouvrages déjà parus  
dans la collection « Le Point Sur »**

- DOSSIER N° 1 — Les éoliennes de pompage (1984) 60 F
  - DOSSIER N° 2 — La transformation des fruits tropicaux (1984) 40 F
  - DOSSIER N° 3 — L'extraction des huiles végétales (1984) 40 F
  - DOSSIER N° 4 — La construction de citernes (1984) 40 F
  - DOSSIER N° 5 — Les harnais pour la traction animale (1984) 40 F
  - DOSSIER N° 6 — Briques et tuiles (1985) 40 F
  - DOSSIER N° 7 — Techniques d'impression à coût modéré (1986) 60 F
  - DOSSIER N° 8 — Le séchage solaire (1986) 60 F
  - DOSSIER N° 9 — Les mini-laiteries (1986) 60 F
  - DOSSIER N° 10 — Le captage des sources (1987) 80 F
  - DOSSIER N° 11 — L'apiculture (1987) 120 F
  - DOSSIER N° 12 — La maîtrise des crues dans les bas-fonds (1988) 190 F
- Ajouter 10 F par titre pour frais de port en Europe, 15 F par titre pour port hors d'Europe

Ces ouvrages sont disponibles au :  
GRET  
213, rue Lafayette  
75010 PARIS  
FRANCE  
Tél. : (1) 42.39.13.14

## AVERTISSEMENT

Ce dossier a été rédigé par Martine François (GRET) en collaboration avec Nicolas Bricas (ENDA), tous deux membres d'Alternatives Technologiques et Systèmes Alimentaires (ALTERSIAL).

Il a bénéficié des conseils avisés de Francis Troude, d'Hubert Devautour et de Jean-François Cruz du Centre d'Etudes et d'Expérimentation du Machinisme Agricole Tropical (CIRAD/CEEMAT) ainsi que de ceux de Jacques Faure du Laboratoire de technologie des céréales de l'Institut de Recherche en Agronomie Tropicale et cultures vivrières (CIRAD/IRAT).

Le relais technologique d'Environnement et Développement Africain (ENDA) a apporté d'utiles informations sur la gestion des moulins et sur la formation du milieu d'accueil et son expérience du moulin à traction animale. De même le travail de W.A. Herzog a contribué pour une large part à la réalisation de ce dossier.

Que les constructeurs d'équipements soient ici remerciés pour nous avoir fait part de leurs expériences et transmis leur documentation.

Au GRET, Isabelle Gattegno, responsable de la cellule transformation des produits agricoles a facilité la réalisation de ce dossier et Myriam Carbonare a effectué la recherche documentaire indispensable.

Enfin, c'est grâce au Ministère de la Coopération qui a financé les études et une partie de l'édition, et au CTA (Centre Technique de Coopération Agricole et Rurale ACP/CEE) qui a participé financièrement à l'édition que ce dossier a pu voir le jour. Nous les remercions pour leur contribution.

## AVANT-PROPOS

Dans les pays en voie de développement, les ressources alimentaires sont limitées et inégalement réparties sur l'année, rendant indispensables la transformation et la conservation des produits alimentaires.

Cette transformation nécessite des équipements, particulièrement des matériels de petite capacité capables de travailler au niveau d'un village, d'un groupement ou à l'échelle semi-industrielle. La grande diffusion de moulins de type villageois ces dernières années constitue une illustration de l'importante demande de ce type d'équipements.

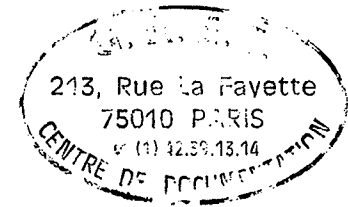
**Inform**er sur les équipements existants,  
**Expérim**enter et favoriser la recherche d'innovations dans la transformation des produits tropicaux,  
**Diffuser** l'offre disponible et faire connaître les matériels sur le marché,  
constituent les trois objectifs du programme "Echanges et expérimentations sur le matériel agro-alimentaire".

Cette publication s'inscrit dans le cadre de ce programme financé par le Ministère de la Coopération et mené par le groupe Alternatives Technologiques et Systèmes alimentaires (ALTERSIAL) qui regroupe des ingénieurs et des chercheurs de l'Ecole Nationale des Industries Agricoles et Alimentaires (ENSIA), du Centre d'Etude et d'Expérimentation du Machinisme Agricole Tropical (CIRAD/CEEMAT) et du Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques (GRET).

*Hubert DEVAUTOUR*  
*CEEMAT*

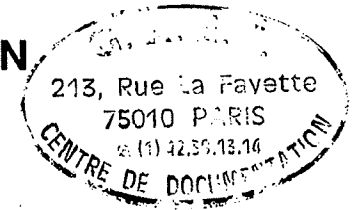
ENSIA : 1 av. des Olympiades- 921300 Massy.  
CIRAD/CEEMAT : Domaine de Lavalette- 34100 Montpellier.

## Sommaire



	page
<b>Le décortilage</b>	5
Les règles du décortilage	10
Le décortilage du mil et du sorgho: un choix restreint	13
Le décortilage du riz: des solutions variées	32
Le décortilage du maïs: encore à étudier	43
<b>La mouture</b>	45
La farine	47
La mouture au mortier et au pilon: une grande souplesse d'utilisation	50
Les moulins à meules: polyvalents mais coûteux	55
Les broyeurs à marteaux: une grande simplicité	71
Comment choisir un moulin	83
<b>Le moulin dans son environnement</b>	93
L'installation d'un moulin villageois motorisé: des études préalables indispensables	98
Les nécessités techniques	119
La gestion du moulin par un groupement	124
La formation du milieu d'accueil	133
<b>Annexes</b>	147

## INTRODUCTION



En Afrique de l'Ouest, le mil, le sorgho, le riz, et de plus en plus fréquemment le maïs constituent la base de l'alimentation. Ces céréales fournissent aux populations l'essentiel de leur ration calorique. Au Mali, par exemple, on considère que les céréales couvrent quotidiennement 70 à 80% des besoins en calories. C'est donc, en moyenne, 170 kg de céréales par personne et par an qui sont consommés.

Cependant, du grain récolté au plat dégusté en famille, les céréales doivent subir toute une série de préparations. Rares sont, en effet, les cas où l'on consomme les grains entiers bruts. C'est plus généralement sous forme de semoule ou de farine que les céréales entrent dans la composition des plats.

Avant d'être accommodées, selon des recettes culinaires particulières à chaque région, les céréales subissent donc toutes une première transformation, constituée de deux étapes. Le grain est tout d'abord débarrassé de ses enveloppes, c'est le décorticage ; puis broyé et réduit en farine lors de la mouture.

Ces opérations sont traditionnellement effectuées par les femmes à l'aide d'un mortier et d'un pilon. Ces tâches sont lourdes et fatigantes. Elles occupent les femmes près de trois heures chaque jour, soit un tiers de leur temps de travail journalier. Aussi sont-elles nombreuses à demander des "machines" qui les soulagent de ces travaux contraignants mais indispensables à la vie de chacun. En ville, les femmes refusent de plus en plus souvent de continuer à s'astreindre à cette corvée. Aussi substituent-elles à ces céréales locales le riz importé, plus facile à préparer.

Pour soulager les femmes, plusieurs solutions peuvent être envisagées. La filière industrielle ne semble guère rentable. En effet, les unités industrielles de transformation qui existent aujourd'hui dans la plupart des pays sahéliers sont largement sous-utilisées. Car pour fonctionner régulièrement, elles doivent bénéficier d'un approvisionnement important en grains de qualité homogène et à un prix concurrentiel, ce qui n'est généralement pas le cas. Seules des unités

semi-industrielles de décorticage par voie sèche fonctionnent déjà dans quelques pays

Mais ce sont essentiellement les unités de transformation à petite échelle qui jouent actuellement le rôle prépondérant dans la transformation des céréales locales. Tenus le plus souvent par des artisans, les moulins motorisés rendent de grands services aux femmes, qui peuvent venir chaque jour y faire moudre leur grain. Ces moulins se sont spontanément répandus dans toute l'Afrique de l'Ouest où ils sont maintenant très nombreux. Ainsi, au Sénégal, on estime que 2500 moulins artisanaux sont en fonctionnement et traitent environ 200 000 t de grains par an.

Certes, ces ateliers de mouture se sont généralement installés là où ils sont, à coup sûr, rentables. Les quartiers des villes, les gros bourgs, les villages importants, qui peuvent regrouper plus de 1 500 habitants, ont ainsi été les premiers à s'équiper. Tandis que les zones rurales et les villages peu peuplés et isolés ne bénéficient que rarement de ces unités de transformation.

Leur installation dans ces régions nécessite, en effet, des études précises, tant sur le choix du matériel adapté aux besoins que sur l'organisation sociale et financière à mettre en place pour que le moulin soit viable. Car il est inutile d'équiper un village d'une unité de décorticage ou de mouture s'il n'a pas les moyens de la faire fonctionner et de l'entretenir.

Il est à noter, de plus, que c'est essentiellement la mouture qui a, jusqu'à présent, bénéficié de la mécanisation car de nombreux modèles de moulins sont déjà sur le marché. Mais le décorticage très spécifique des céréales typiquement africaines, comme le mil et le sorgho, a pendant longtemps été négligé des constructeurs d'équipements. Pourtant c'est, au dire des femmes, le travail le plus pénible. De plus, l'absence de mécanisation du décorticage constitue le principal goulot d'étranglement à une meilleure valorisation des céréales locales.

Ce dossier a été conçu pour répondre aux nombreuses demandes d'informations émanant de ceux qui désirent mettre en place une unité de transformation villageoise. Toutefois, les artisans comme les décideurs y trouveront d'utiles informations pour les guider dans le choix des équipements performants.

La première partie de cet ouvrage est consacrée au décorticage qui reste encore essentiellement manuel, faute de matériels bien adaptés. Après un rappel des principes généraux d'un bon décorticage, les dé-

cortiqueurs actuellement utilisés pour chaque espèce de céréales sont passés en revue. Les nouveaux matériels qui valorisent mieux les céréales locales y sont aussi décrits.

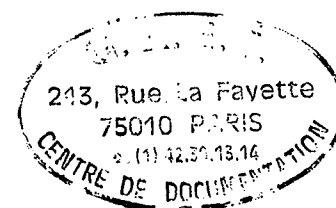
Pour la mouture, traitée dans la deuxième partie, il existe un plus grand choix de matériels largement diffusés dans les pays africains. Leurs avantages et leurs inconvénients sont comparés dans ce dossier, ainsi que les possibilités de fabrication locale de certains équipements.

Enfin, la troisième partie traite du moulin dans son environnement. Avant d'implanter une unité villageoise de transformation, il est, en effet, indispensable d'effectuer des enquêtes préalables pour bien connaître le milieu d'accueil et s'assurer de la viabilité économique de l'unité. Sans négliger la formation continue qui permet aux gens du village de prendre réellement en charge l'installation.

On trouvera en annexes, des adresses de constructeurs des équipements cités, des exemples d'installations de moulins villageois dans divers pays d'Afrique, des fiches techniques sur la construction et l'entretien des moulins ainsi qu'une bibliographie commentée.

Souhaitons que ces informations facilitent les entreprises de ceux ou de celles qui souhaitent alléger le travail, trop longtemps sous-estimé, des femmes africaines. Mais seule la participation pleine et entière de ces femmes à ces actions peut assurer leur succès. N'oublions donc pas que ce sont elles, finalement, les véritables destinataires de ce livre.

# 1 - Le décortilage



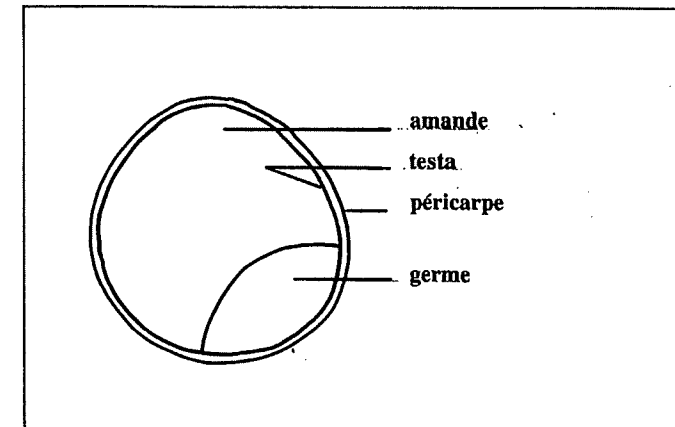
	page
<b>A chaque céréale son traitement</b>	7
<b>Les règles du décortilage</b>	10
A quoi sert le décortilage ?	10
Qu'est-ce qu'un bon décortilage ?	10
Le nettoyage préalable	11
<b>Le décortilage du mil et du sorgho: un choix restreint</b>	13
<b>Le décortilage au mortier et au pilon</b>	13
Déroulement du décortilage	14
Qualité du décortilage	15
Les modes d'entraînement du pilon	16
<b>Le décortilage mécanisé</b>	18
Le décortiqueur Engleberg: faute de mieux	18
Le décortiqueur CRDI/PRL/RIIC: une nouveauté performante	23

Pour mémoire: le décortiqueur à meules et le décortiqueur à battes de caoutchouc	28
<b>Le décortiquage à sec: la solution d'avenir</b>	29
<b>Le décortiquage du riz: des solutions variées</b>	32
Du riz paddy au riz blanchi	32
Les procédés traditionnels	34
Les matériels motorisés	34
Le décortiqueur Engleberg: simple et polyvalent	34
Le décortiqueur à rouleaux: performant mais fragile	37
Le décortiqueur à meules: robuste mais coûteux	39
Le décortiqueur centrifuge: en cours de test	40
<b>Décortiquer le riz: le choix du goût et des moyens</b>	41
<b>Le décortiquage du maïs: encore à étudier</b>	43

## A CHAQUE CÉRÉALE SON TRAITEMENT

Les grains de céréales sont des fruits ne comportant qu'une seule graine. Ils sont constitués par : le germe qui donne la plantule, l'amande appelée endosperme ou albumen, tissu de stockage qui fournit au germe les réserves nécessaires à sa croissance jusqu'à l'apparition des premières feuilles, et les enveloppes protectrices ou sons, composées de la paroi de la graine (testa) et de la paroi du fruit (péricarpe) (fig.1).

Figure 1:  
grain de  
céréale



Ces caractéristiques communes cachent, en fait, des formes, des tailles, des compositions et des textures très différentes selon les espèces de céréales. Aussi, les procédés qui visent à éliminer l'enveloppe protectrice –le décortiquage– puis à broyer le grain –la mouture– sont-ils spécifiques à chacune d'elle.

Le mil et le sorgho, les céréales les plus courantes en Afrique de l'Ouest, ont des grains ronds, sans sillon, avec un germe important, incrusté dans l'albumen. De taille variable, mais toujours petite surtout pour le mil, ces grains se caractérisent par la friabilité de leurs enveloppes. Un décortiquage avant mouture est donc indispensable. On ne peut, en effet, séparer les enveloppes de la farine par un simple tamisage car elles sont réduites en très fines particules lors du broyage.



Au Burkina Faso, cependant, les habitants du plateau Mossi préparent un tô de mil non décortiqué. De même, au Mali, certaines recettes, comme le Mugu-Fara, se font avec du mil non décortiqué. La très petite taille des grains de mil produits dans cette région explique sans doute ce fait.

De plus, les mils et sorghos contiennent des hiles et des téguments colorés, ainsi qu'une couche intermédiaire (testa) riche en composés aromatiques qui peuvent donner mauvais goût à la farine.

Le riz a un grain de forme allongée. L'enveloppe est barbue, cassante mais peu friable, ce qui facilite le décortiquage par des techniques assez simples.

Le maïs possède un gros germe riche en lipides, qui doit être éliminé pour éviter que la farine ne rancisse. En fait, ce dégermage est souvent omis dans les transformations artisanales car on ne cherche pas à conserver longtemps la farine.

Les grains de blé et d'orge sont pourvus d'un sillon muni d'une "brosse" (tab.1) dans lequel peuvent se loger insectes et moisissures. Le grain doit donc être lavé. Par contre, l'enveloppe est souple, si bien qu'elle se brise peu lorsqu'on écrase le grain. On peut donc la séparer facilement par tamisage après mouture.

Le tableau 1 résume les caractéristiques des différents grains.

Il apparaît ainsi que le décortiquage n'est pas indispensable pour toutes les céréales. Pour le blé et l'orge, la première transformation consiste en une seule étape: la mouture. Par contre, le mil et le sorgho doivent être décortiqués avant d'être broyés. Opération relativement simple pour le riz, elle exige une technologie plus délicate pour le mil et le sorgho aux enveloppes plus fragiles.

Si des machines performantes existent depuis longtemps pour le riz consommé dans de nombreux pays du monde, on s'est peu intéressé jusqu'à ces dernières années aux techniques de décortiquage du mil et du sorgho, céréales consommées surtout localement et faisant peu l'objet de commerce.

Caractéristiques	BLE	MAIS	MIL	SORGHO	RIZ
Poids de 100 grains	50 g	500 g	2 à 10 g	25 à 50 g	
Forme	Sillon forme allongée	Pas de sillon	Pas de sillon forme ronde	Pas de sillon forme ronde	Barbes de forme allongée
Germe	Peu important	Important	Important Incrusté dans l'albumen	Important Incrusté dans l'albumen	Peu important
Enveloppe	Souple	Souple	Friable	Friable	Cassante
Coloration				Présence de tégument coloré	
Conséquences pour la transformation	Nécessité d'un lavage du grain Possibilité de séparer l'albumen de l'enveloppe par tamisage	Nécessité de retirer le germe qui contient beaucoup de matière grasse Possibilité de séparer l'albumen de l'enveloppe par tamisage	Petites graines hétérogènes	Nécessité d'un procédé particulier de dégermage Nécessité d'un décortiquage avant mouture ou d'un diagramme de mouture spécifique	Possibilité de décortiquage par cisaillement

Tableau 1: caractéristiques comparées des différents grains

Aussi, les programmes d'installations villageoises de transformation des céréales locales ont-ils essentiellement été axés sur le broyage des céréales. Il n'existait pas, en effet, de solutions techniques de décortiquage à petite échelle réellement efficaces. Elles sont aujourd'hui au point et méritent d'être intégrées dans les unités de transformation. Elles répondront aux souhaits très souvent exprimés des femmes d'être soulagées du décortiquage quotidien des grains, l'étape de la transformation des céréales qu'elles jugent la plus pénible.

## LES RÈGLES DU DÉCORTICAGE

### A QUOI SERT LE DÉCORTICAGE ?

L'opération de décortilage consiste à débarrasser le grain de son enveloppe (le péricarpe), ainsi que d'une partie du germe. Le péricarpe est en effet riche en fibres cellulosiques indigestes, il peut contenir des tanins amers, et entrave l'assimilation des substances nutritives. Le germe, lui, est riche en matières grasses, qui provoquent le rancissement de la farine.

Une fois décortiqué, le grain peut être lavé puis réduit en farine ou semoule, mis à fermenter ou bien séché. La partie éliminée au décortilage, composée de son et de brisures, est généralement destinée à l'alimentation des animaux (volailles, bétail...).

### QU'EST-CE QU'UN BON DÉCORTICAGE ?

La qualité du décortilage conditionne la qualité de la farine que l'on obtient après mouture. Un lot de graines incomplètement décortiquées, où il subsiste une partie de l'enveloppe, ne peut donner qu'une farine piquetée. Si certains plats traditionnels tolèrent une farine piquetée, d'autres en revanche exigent une farine très pure. De même la fabrication de pain ou de pâtes alimentaires nécessite un décortilage complet.

La qualité du décortilage dépend non seulement de l'opération elle-même, mais aussi du traitement subi préalablement par la graine (battage, taux d'humidité...).

Quant à la qualité nutritionnelle des grains décortiqués, elle varie selon les procédés employés. Si l'opération de décortilage doit débarrasser le grain du maximum de cellulose et de matières grasses (péricarpe et germe), elle doit conserver à la farine le maximum de protéines.

Pour un bon décortilage, les performances suivantes sont retenues par les utilisatrices lors de l'introduction de technologies mécanisées:

- un taux de récupération de 75 à 85%,
- un faible taux de brisures (pour le mil et le sorgho),
- plus de 90% de grains décortiqués.

#### Remarque

Le taux de récupération ou taux de décortilage est égal au rapport masse de graines décortiquées / masse de graines avant décortilage. Par exemple, sur un lot de 10 kg de mil, on obtient après décortilage 7,5 à 8,5 kg de grains décortiqués et 1,5 à 2,5 kg de sons et germes.

D'autres critères sont aussi très importants:

- couleur et goût du grain décortiqué,
- texture des plats obtenus avec la farine,
- utilisation des sous-produits.

Par contre, l'intérêt nutritionnel (conservation d'une partie importante des protéines dans le grain décortiqué), difficile à apprécier, n'est pas un facteur décisif d'acceptation.

Il est donc fondamental de connaître les attentes des utilisatrices et de cerner quels paramètres (gain de temps, goût, couleur...) elles jugent prioritaires. C'est en fonction de ces indications que devra se faire le choix d'une technologie mécanisée si l'on veut qu'elle soit acceptée.

### LE NETTOYAGE PRÉALABLE

Le nettoyage des grains avant le décortilage est une opération indispensable afin d'éliminer le sable, la paille, les petites pierres et parfois les débris métalliques qui sont mélangés aux grains. Des céréales mal nettoyées peuvent en effet être la cause de l'usure prématurée du décortiqueur.

Dans la grande majorité des cas, le nettoyage des céréales se fait par vannage manuel à l'aide d'un van de bambou tressé (grande corbeille plate). Souvent, l'opérateur monte sur un trépied de 1m à 1m50 pour que la chute des grains soit plus grande et la ventilation plus efficace.

Un autre moyen simple consiste à utiliser un tarare (appelé aussi nettoyeur-séparateur) composée d'un ventilateur qui élimine par aspiration ou soufflage les parties les plus légères et d'un jeu de grilles oscillantes superposées à orifices de grandeur décroissante qui effectue le tri en fonction de la taille. Cet appareil peut être actionné à la main.

## LE DÉCORTICAGE DU MIL ET DU SORGHO: UN CHOIX RESTREINT

C'est au mortier et au pilon que les femmes africaines effectuent encore quotidiennement le décortilage du mil ou du sorgho nécessaire aux repas familiaux.

Certes, pour mécaniser cette opération particulièrement fatigante, des matériels sont déjà utilisés, essentiellement dans les villes, mais leurs résultats ne sont pas concluants car ils ne sont pas conçus spécifiquement pour ces céréales.

Le premier appareil qui fonctionne de façon satisfaisante sur le mil et le sorgho n'a vu le jour que récemment et commence seulement à être diffusé. Cependant la technique qu'il emploie ouvre la voie à une meilleure conservation et une meilleure valorisation des céréales locales.

### LE DÉCORTICAGE AU MORTIER ET AU PILON

En Afrique de l'Ouest, les femmes décortiquent le mil et le sorgho au pilon et au mortier puis séparent ensuite le son du grain décortiqué par vannage, tamisage et/ou lavage.

Les grains déposés dans le mortier forment une couche de 20 cm d'épaisseur environ. Une grande hauteur de graines augmente les frictions internes et évite l'écrasement au fond du mortier ou contre les parois. Les formes de la surface de frappe du pilon et du fond du mortier sont conçues pour éviter la mouture (fig.2).

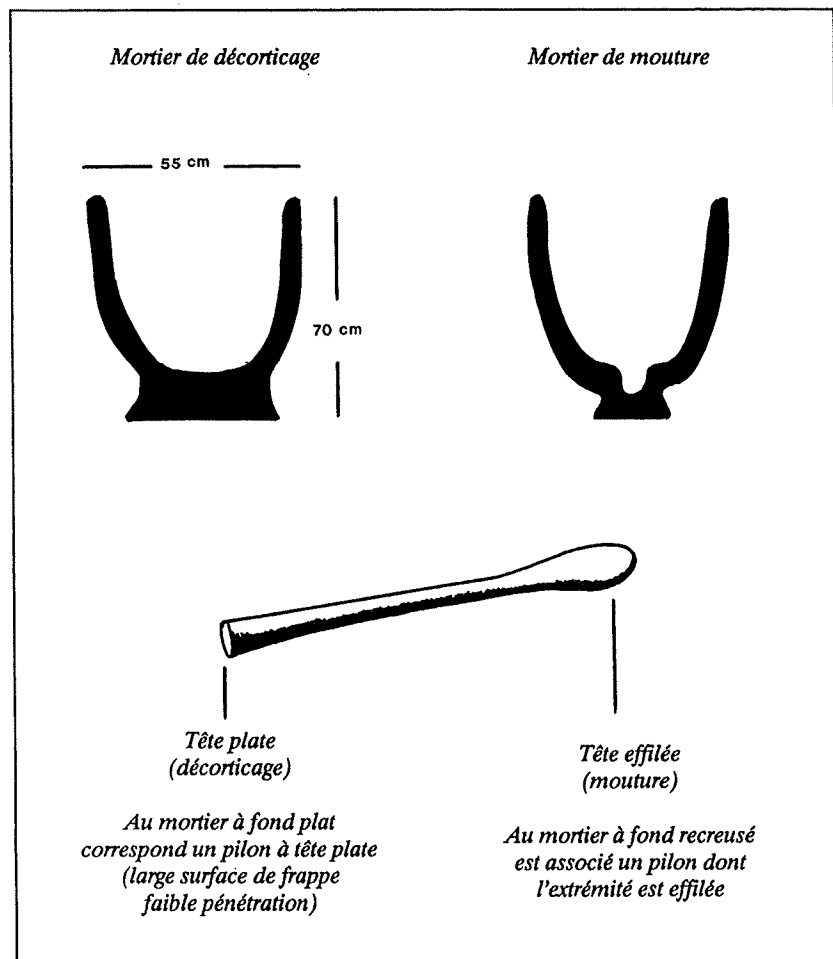
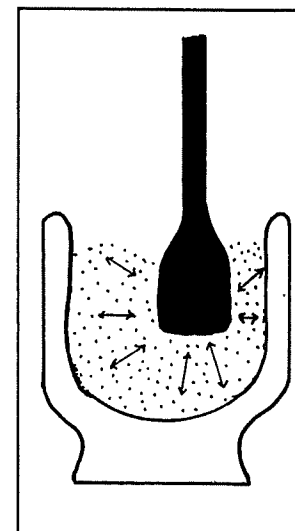


Figure 2: pilon et mortier

### DÉROULEMENT DU DÉCORTICAGE

On imprime au pilon un mouvement vertical, qui entraîne un mouvement vertical et latéral des grains dans le mortier (fig.3). Le rythme est généralement d'environ 60 coups par minute.

Figure 3: principe du décortiquage



Les forces mises en jeu sur le grain pour qu'il se décortique peuvent avoir plusieurs origines :

- forces de frottement, friction des grains entre eux provoquant l'usure progressive de l'enveloppe;
- forces de frottement des grains contre les bords du mortier qui ont le même effet;
- forces de pression fournies par le pilon, qui frappe la masse des grains, le choc étant amorti en profondeur dans la couche.

Les céréales sont humidifiées avant le décortiquage. En effet, l'humidité augmente la cohésion des grains entre eux, tout en diminuant le roulement, empêchant ainsi le grain de fuir sous le choc du pilon.

D'autre part, le grain est plus souple, ce qui augmente sa résistance à l'écrasement.

C'est en combinant les divers éléments (forme du pilon et du mortier, humidité, mouvement) que l'on obtient un décortiquage satisfaisant qui donne un maximum de grains décortiqués, un minimum de grains brisés ou écrasés et l'extraction de la totalité des fractions désirées (variables selon l'utilisation finale du produit) sans contamination des autres parties.

### QUALITÉ DU DÉCORTICAGE

°ORSTOM:  
Institut Français  
de Recherche  
Scientifique  
pour le  
Développement  
en Coopération

A la suite de tests effectués à l'°ORSTOM° au Cameroun, on estime que le décortiquage par pilage élimine, pour le mil, 26% de la masse du grain, soit :

- 71% de la cellulose initialement contenue,
- 57% des cendres,
- 25% des protéines,
- 64% des matières grasses,
- 23% des glucides.

La matière sèche éliminée est constituée par les enveloppes (8% de la matière sèche initiale) et par les brisures (18% de la matière sèche initiale).

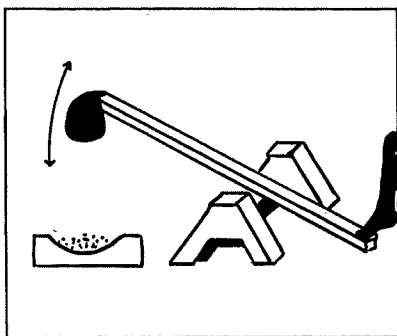
L'humidité que requiert le décortiquage par pilage empêche toute conservation de longue durée des grains. Ceux-ci doivent être soit consommés rapidement soit séchés, sinon ils fermentent.

### LES MODES D'ENTRAÎNEMENT DU PILON

En Afrique, le pilon est actionné à la main. Cependant, on peut utiliser d'autres énergies comme le montrent les différents systèmes présentés ci-dessous qui servent surtout au décortiquage du riz dans les pays asiatiques mais qui peuvent être adaptés pour d'autres céréales.

Le pilon à pied est fixé à l'extrémité d'un balancier, manoeuvré au pied (fig.4).

Figure 4:  
pilon à pied

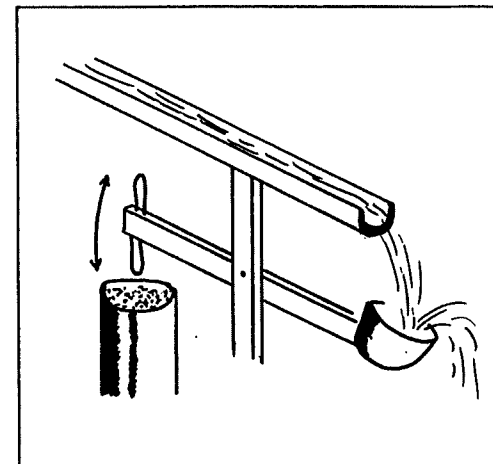


Plusieurs pilons peuvent être installés en parallèle, jusqu'à six à la fois dans certaines installations au Cambodge. Mais d'un point de vue ergonomique, ce mouvement au pied n'est pas forcément accepté des femmes qui ont l'habitude de travailler à la main.

Le pilon à balancier hydraulique est utilisé dans de nombreux pays, depuis la Malaisie jusqu'au Japon (fig.5).

Un filet d'eau remplit l'auge du petit bras. L'auge se vide lorsque le pilon est en position haute. Le pilon retombe et l'auge vient se replacer sous le filet d'eau. Ce mécanisme a l'avantage de pouvoir fonctionner sans arrêt jour et nuit. Il présente l'inconvénient d'être lent et donne donc de faibles rendements horaires.

Figure 5:  
pilon à  
balancier  
hydraulique



Pilon à entraînement hydraulique par arbre à cames (bocard): l'arbre (horizontal) d'une roue de moulin (verticale) est muni d'une came, qui par l'intermédiaire d'un levier anime le pilon de mouvements alternatifs verticaux (fig.6). Ce système est utilisé traditionnellement en Iran.

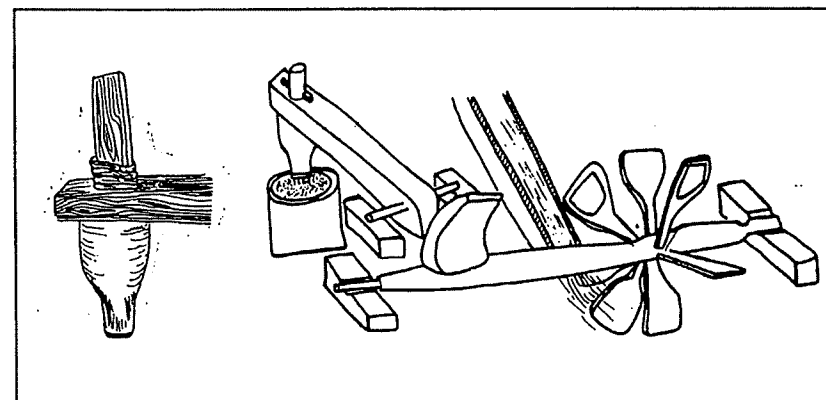
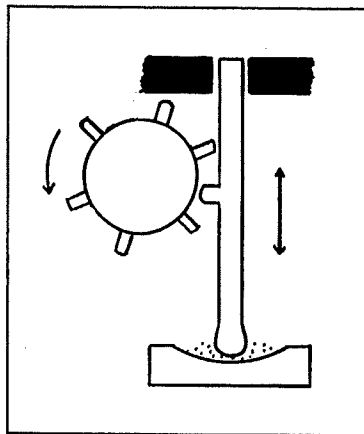


Figure 6: le bocard

(extrait de M.Roboubi, F.Rahimi, *Connaissance de l'habitat indigène et de la ville iranienne*, Ecole des Beaux-Arts de Téhéran, 1984)

Figure 7:  
le martinet



Le martinet: c'est un pilon à entraînement hydraulique. Une roue à cames montée sur le même arbre que la roue hydraulique anime le pilon d'un mouvement vertical par l'intermédiaire d'un ergot (fig.7). C'était un système utilisé autrefois en Europe pour le broyage de la poudre à canon ou pour le pétrissage de la pâte à papier.

## LE DÉCORTICAGE MÉCANISÉ

Les procédés mécaniques mis au point pour le décortiquage du mil et du sorgho à petite échelle utilisent le principe de l'abrasion. Le grain est progressivement usé de l'extérieur vers l'intérieur de manière à éliminer l'enveloppe. Pour ce faire, il est mis en contact avec des surfaces abrasives.

D'autres méthodes comme le décortiquage par variations brusques de pression sont utilisées au niveau industriel, mais ne sont pas transposables à petite échelle. On ne les présentera donc pas ici.

## LE DÉCORTIQUEUR ENGLEBERG: FAUTE DE MIEUX

Ce décortiqueur, conçu à l'origine pour le café, s'est diffusé spontanément en Asie pour le riz à des centaines de milliers d'exemplaires depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, époque de sa conception. Il est aujourd'hui l'appareil le plus répandu en Afrique sahélienne où il ne sert pas seulement à l'usinage du riz mais où il est aussi utilisé, faute de mieux, pour le décortiquage des céréales locales, en particulier du mil, du sorgho et des légumineuses.

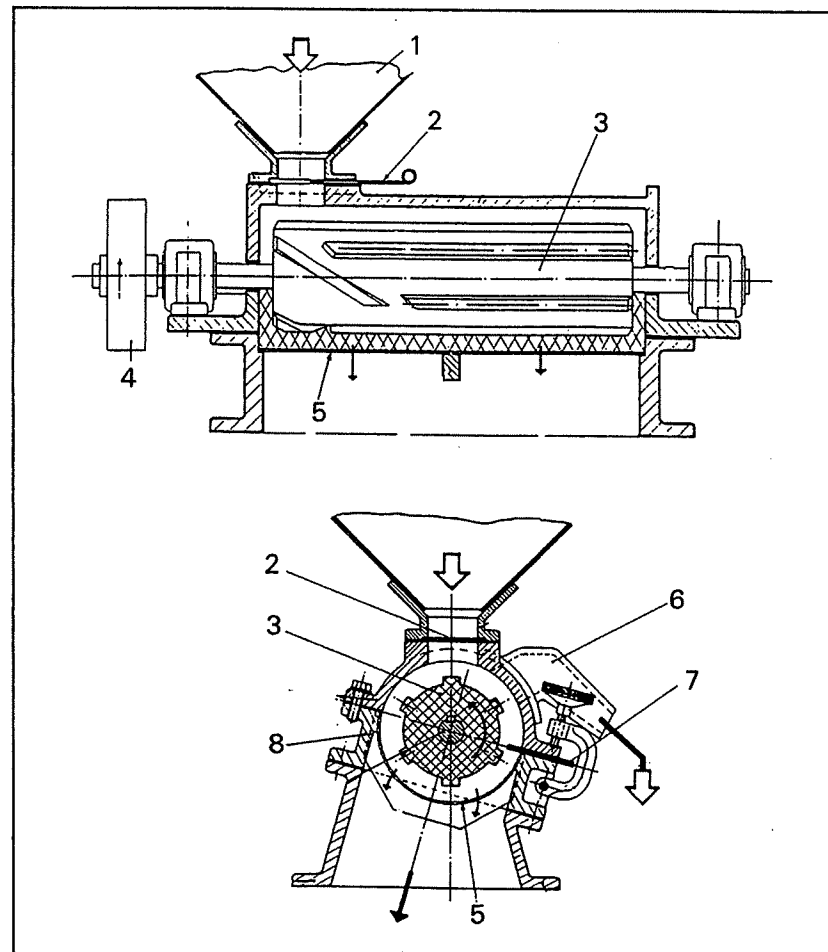


Figure 8: le décortiqueur Engleberg (source FAO)

- 1 Trémie d'alimentation
- 2 Volet de réglage de l'alimentation
- 3 Cylindre nervuré
- 4 Poulie d'entraînement
- 5 Grille
- 6 Tuyau de sortie
- 7 Lame
- 8 Bâti

Ce décortiqueur est composé d'un cylindre cannelé, tournant à l'intérieur d'un carter. Le décortiquage s'effectue au passage entre le rouleau cannelé et la lame d'acier qui arrache une partie de l'enveloppe du grain (fig.8).

Ce système convient parfaitement au riz dont l'enveloppe a une bonne cohésion. Par contre, le mil et le sorgho doivent passer plusieurs fois dans le décortiqueur pour que l'enveloppe, plus cassante, soit complètement ôtée.

De plus, les grains étant généralement de taille hétérogène, il faut réaliser un calibrage préalable des grains et traiter chaque fraction avec un réglage spécifique, ce qui complique évidemment l'opération. En l'absence d'un calibrage préalable (c'est-à-dire dans la plupart des cas), les grosses graines sont cassées, les petites passent au travers de la machine sans subir de traitement, et seules les moyennes sont décortiquées. Enfin, les grains humides et mous ne résistent pas à ce traitement, et ressortent en grande partie brisés.

Les résultats obtenus par les ateliers motorisés qui pratiquent aujourd'hui le décortiquage des mils et sorghos sont décevants : mauvaise qualité et faible taux de décortiquage, pertes importantes. Le taux de récupération est faible, de l'ordre de 70%. La capacité de traitement est assez faible, elle peut varier, suivant l'appareil et le mode de fonctionnement, de 60 à 100 kg/heure tandis que la consommation énergétique est élevée.

Malgré ces inconvénients, ce décortiqueur, qui n'a pas subi d'évolution depuis sa mise au point, continue à être fabriqué et vendu par de nombreuses firmes dans la plupart des pays d'Afrique. Il est même parfois utilisé par les femmes pour décortiquer le mil, car il réduit la pénibilité du travail. Cependant, le décortiquage incomplet qu'il fournit ne permet pas de préparer tous les plats.

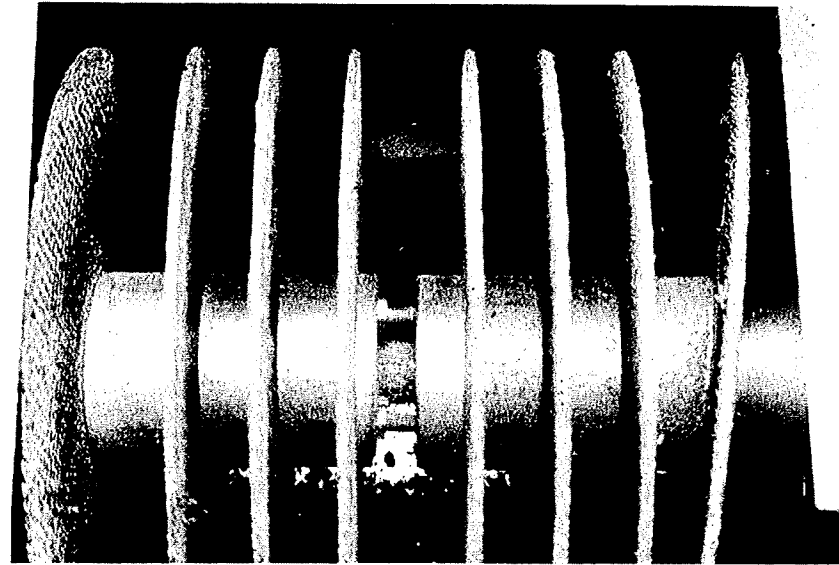


Photo Nicolas Bricas-ENDA

L'intérieur du mini décortiqueur PRL/CRDI/CRS. Les disques résinoïdes sont maintenus par des entretoises en aluminium. Les boulons visibles au centre servent à serrer les entretoises.

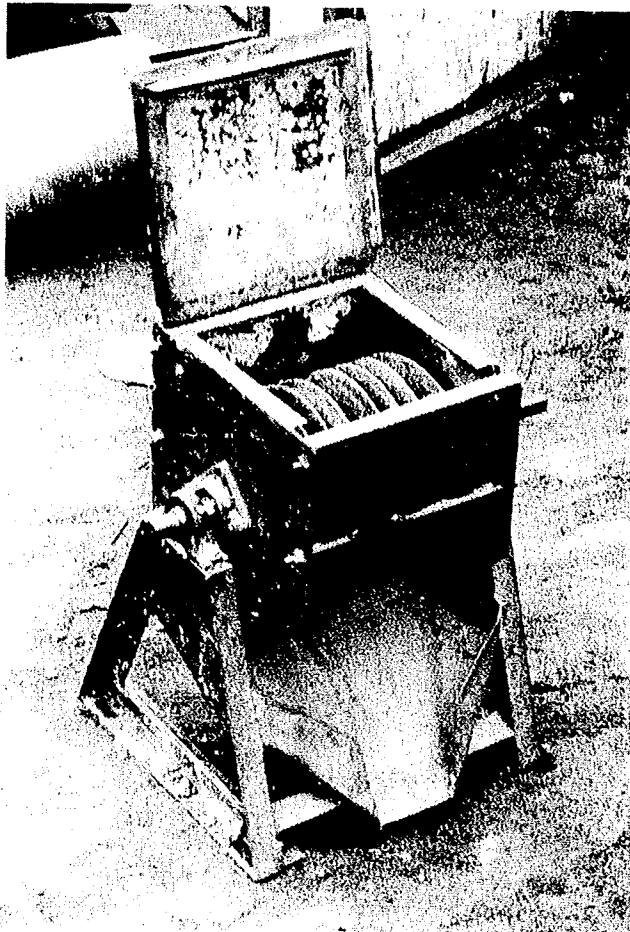


Photo Nicolas Bricas - ENDA

Le mini-décortiqueur PRL/CRDI/CRS construit par un artisan de Serrekunda (Gambie). On recueille les grains décortiqués dans la tôle repliée, après basculement du carter.

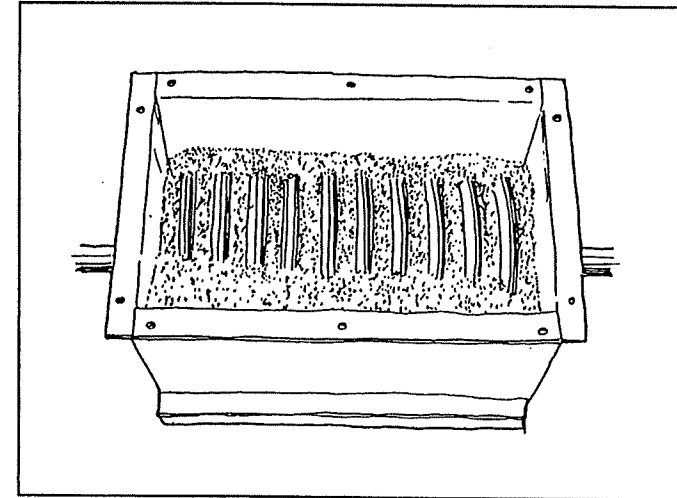
## LE DÉCORTIQUEUR CRDI/PRL/RIIC: UNE NOUVEAUTÉ PERFORMANTE

De conception beaucoup plus récente est le décortiqueur CRDI°/PRL°/RIIC° qui donne des résultats très encourageants et commence à être diffusé.

°Voir p 25

Ce procédé travaille sur grains secs. Le décortiquage est effectué par une série de disques en carborundum ou en résinoïde° montés sur le même axe (fig.9). Sur le grand modèle, un système de ventilation permet d'éliminer les sons (fig.10).

**Figure 9:**  
décortiqueur  
CRDI/PRL/  
RIIC  
*principe de  
fonctionnement*



°CRDI: Centre de Recherche pour le Développement International (Canada)  
°PRL: Prairie Regional Laboratory (Canada)  
°RIIC: Rural Industries Innovation Centre (Botswana)  
°CRS: Catholic Relief Service (Gambie)  
°SISMAR: Société Industrielle Sahélienne de Matériel Agricole et de Représentation (Sénégal)  
°CNRA: Centre National de Recherche Agronomique (Sénégal)

Ce décortiqueur a été conçu, au départ, pour fonctionner en continu. Cependant, dans beaucoup de pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine, on préfère traiter le grain par petites quantités, en fonction des besoins de consommation immédiate. Le modèle initial a donc été adapté par le RIIC au Botswana, le CRDI et le CRS° en Gambie, le CRDI, la SISMAR° et le CNRA° au Sénégal.

**Deux modèles de décortiqueur par abrasion sont actuellement disponibles.**



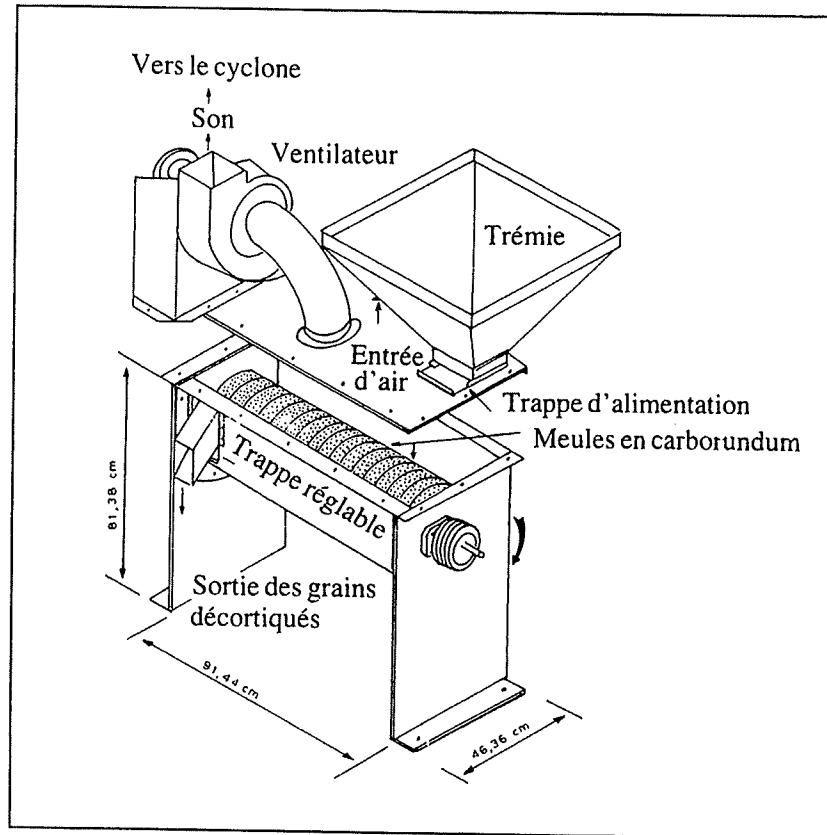


Figure 10: décortiqueur CRDI/PRL/RIIC (source FAO)

Le premier peut être utilisé soit en continu, soit en discontinu. Dans ce dernier cas, la quantité minimale de grains à traiter est de 10 kg.

L'appareil se compose d'un carter dans lequel tourne un axe portant 9 ou 13 disques abrasifs. Un système d'aspiration permet d'éliminer le son au fur et à mesure de l'opération. De cette manière, on évite de colmater les disques avec les fines particules d'enveloppes et de germes des grains, le rendement horaire est amélioré et les disques durent plus longtemps.

La machine est équipée d'une trémie et d'une porte de sortie des grains décortiqués, ce qui permet de la recharger sans l'arrêter.

Ce modèle est actuellement fabriqué et commercialisé au Botswana, où il est déjà diffusé depuis de nombreuses années. Il est également en expérimentation à Bambeby dans une unité semi-industrielle privée de transformation du mil (projet CRDI/CNRA), et au Mali où quatre unités du même type sont prévues dans la région de Koutiala, et deux dans la région de Kita (projet FAC<sup>o</sup>/CMDT<sup>o</sup>/ODIPAC<sup>o</sup>).

Ce modèle a l'avantage de pouvoir fonctionner en continu, ce qui permet de décortiquer des céréales destinées à la vente. On peut également l'utiliser en discontinu pour le décortiquage à façon. Mais sa capacité minimale de 10 kg est supérieure aux besoins quotidiens d'une famille. Son usage est donc réservé aux familles grandes consommatrices et aux vendeurs de semoule, farine ou couscous de mil et de maïs. C'est son principal inconvénient.

Le second modèle a été développé à partir du constat précédent pour les artisans meuniers travaillant exclusivement comme prestataires de services. Ce modèle simplifié et plus petit a donc été conçu pour traiter des lots de graines de 5 à 10 kg, ce qui correspond aux quantités traditionnellement transformées chaque jour par les femmes.

Il comprend huit meules en résinoïde<sup>o</sup>, plus légères et moins coûteuses que celles en carborundum du premier modèle. Le grain est directement placé dans le carter recouvert d'un couvercle rabattant (il n'y a donc pas de trémie). Le déchargement s'effectue par ouverture du couvercle et renversement du carter qui, après déblocage, peut pivoter sur l'axe des meules.

Aucun système interne n'est prévu pour l'élimination des sons. Cette opération doit donc être faite à la suite, soit en vannant le grain, soit avec un tarare manuel.

Les opérations de chargement / déchargement ne doivent être effectuées que lorsque les disques sont immobiles. Aussi, pour les décortiqueurs couplés à des moteurs thermiques, la transmission est-elle équipée d'un embrayage à disques d'acier de fabrication artisanale, afin d'éviter d'arrêter le moteur à chaque chargement ou déchargement.

Ce modèle est actuellement fabriqué et commercialisé par des artisans gambiens et expérimenté dans plusieurs villages du pays, ainsi que chez des meuniers en ville (projet CRS/CRDI).

Son intérêt est son faible coût, sa simplicité de fabrication et sa souplesse d'utilisation. Devant le succès remporté auprès des femmes,

<sup>o</sup>FAC: Fonds d'Aide et de Coopération (France)  
<sup>o</sup>CMDT: Compagnie Malienne des Textiles (Mali)  
<sup>o</sup>ODIPAC: Office de Développement Intégré des Productions Arachidières et Céréalières.

<sup>o</sup>Résinoïde: matière abrasive synthétique à base de carbure d'aluminium.

l'artisan meunier de Brikma (Gambie) envisage d'élargir ses activités: en plus de son activité de service, il pense démarrer la production de produits transformés des céréales pour la vente.

Modèles:	Semi-Industriel	Artisanal
• Nombre de disques	9 ou 13 (carborundum)	8 (résinoïde)
• Séparateur de son	oui	non
• Fonctionnement en continu	oui	non
• Chargement / déchargement	trémie / porte de sortie	carter pivotant / couvercle
• Taux décortiquage	80 %	80 %
• Débit horaire (mil, sorgho, maïs sec)	600 kg/h (Botswana)	120 kg/h (Gambie) <sup>(1)</sup>
• Puissance requise	10 ch	3 ch
• Vitesse de rotation	1 500 t/mn	3 000 t/mn
• Fabrication locale	a) Atelier semi-industriel Botswana b) SISMAR au Sénégal	Artisan métal mécanique Gambie
• Coût	a) prix export sans moteur: 800 000 F CFA b) prix Sénégal avec moteur thermique 7 ch: 1 300 000 F CFA	235 000 F CFA

(1) En Gambie, le fonctionnement étant discontinu, il est plus difficile de calculer un débit horaire. Les lots de 5 à 10 kg sont décortiqués en 3mn et vannés en 2 mn.

Tableau 2: comparaison de deux modèles de décortiqueur à abrasion.

Les inconvénients de ce modèle sont l'impossibilité de travailler en continu, ce qui limite sa capacité de traitement, et l'absence de séparateur intégré des sons. Les disques sont rapidement encrassés par les sons et germes éliminés.

Le tableau 12 permet de comparer les deux modèles de décortiqueur à abrasion disponibles.

Enfin, le CRDI expérimente actuellement en collaboration avec la SISMAR et le CNRA un troisième modèle de décortiqueur à abrasion intermédiaire entre les deux précédents. De même la société SERRIAL<sup>o</sup> à Dakar expérimente un décortiqueur à abrasion semi-industriel à fonctionnement continu.

En résumé, ce procédé de décortiquage présente de nombreux avantages:

- Il travaille sur des grains secs, ce qui permet leur conservation, alors que le procédé traditionnel au pilon et le décortiquage pratiqué par la plupart des commerçants meuniers s'effectuent sur grains humides. Le CRDI a montré que les mils et sorghos décortiqués à sec par cette méthode fournissent des tô jugés identiques à ceux obtenus par la méthode traditionnelle par pilage humide.
- La consommation d'énergie serait faible, de 4 à 5 g de gazole par kg de produit traité soit une puissance requise de 3 ch. Mais des incertitudes subsistent à ce sujet, certains modèles demandant une puissance plus grande.
- L'utilisateur peut maîtriser totalement le taux de récupération par le temps de séjour dans l'appareil. Des plats préparés avec un taux de récupération de 80 à 90%, au lieu des 75% traditionnels, ont été appréciés par les consommateurs au cours de tests réalisés au SRCVO<sup>o</sup> au Mali. Ce matériel ouvre donc la possibilité d'une réelle augmentation de rendement du système après récolte du mil et du sorgho.
- Le fonctionnement est polyvalent (mil, sorgho, légumineuses). Il est possible de traiter dans un même lot des grains de taille variée. En Gambie, des essais de décortiquage du fonio ont donné de bons résultats. Mais le débit est alors assez faible : 15 minutes de décortiquage pour 10 kg.

<sup>o</sup>SERRIAL: Société d'Etudes, de Recherches et de Réalisations en Industrie Alimentaire (Sénégal).

<sup>o</sup>SRCVO: Section de Recherche sur les Cultures Vivrières et les Oléagineux (Mali).

Un point reste à améliorer : on souhaiterait disposer d'un système intégré de séparation des sons dans le petit modèle, ce qui éviterait l'engrassement rapide des disques.

### POUR MÉMOIRE: LE DÉCORTIQUEUR A MEULES ET LE DÉCORTIQUEUR A BATTES DE CAOUTCHOUC

Seuls ces deux décortiqueurs, l'Engleberg, qui a déjà une longue carrière et le CRDI/PRL/RIIC, qui est promis à un bel avenir, fonctionnent actuellement en Afrique. Pourtant, d'autres tentatives ont été faites, mais elles n'ont pas donné de résultats concluants. L'hétérogénéité de la taille des grains est toujours restée le point d'achoppement de ces matériels.

Les plus connus sont:

- le décortiqueur à meules qui se compose d'une meule fixe (meule dormante) sous laquelle tourne, dans un plan horizontal ou vertical, une autre meule (meule tournante). Le grain à décortiquer passe entre les deux disques, où il est soumis à des forces de friction et de déchirement de l'enveloppe.

Les résultats n'ont pas été probants, car le réglage de l'écartement entre les meules doit être précisément déterminé par la taille des grains. Comme ils sont de taille variable, l'opération est difficile et, de fait, seuls les plus gros grains sont décortiqués.

- le décortiqueur à battes de caoutchouc (Eurafric) qui a été vendu à une trentaine d'exemplaires en Afrique dans les années 60, plus particulièrement au Sénégal. Il est composé d'une surface abrasive conique, à l'intérieur de laquelle tourne un rotor à battes de caoutchouc (fig.11).

L'usure trop rapide des battes de caoutchouc, ainsi que les mauvais résultats pour le décortiquage du mil ont fait abandonner la fabrication de cet appareil.

D'après l'évaluation de la FAO (1974), il fallait, en effet, passer trois fois les grains dans le décortiqueur pour obtenir un taux de décortiquage de 80%. Le taux de brisures est alors trop élevé et le rendement trop faible, de l'ordre de 40 kg/h.

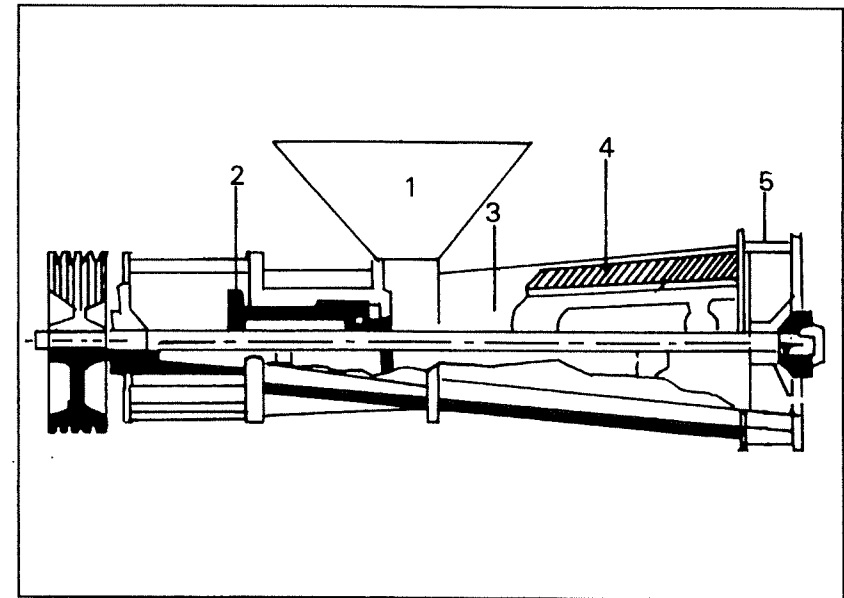


Figure 11: le décortiqueur à battes de caoutchouc

- 1 Trémie
- 2 Réglage du cône
- 3 Coquille abrasive
- 4 Batte en caoutchouc
- 5 Sortie des grains décortiqués

### LE DÉCORTICAGE A SEC: LA SOLUTION D'AVENIR

Jusqu'à présent le décortiquage du mil et du sorgho ne pouvait se faire qu'en humidifiant le grain, que ce soit selon le procédé traditionnel au mortier et au pilon ou dans le décortiqueur Engleberg utilisé par les commerçants meuniers. Cette technique ne permet pas de conserver les grains plus de deux jours, au maximum, à moins de les sécher après décortiquage.

La nouvelle technique mise au point pour le décortiqueur CRDI/PRL/RIIC permet de traiter des grains secs. Les femmes peuvent donc traiter leur grain pour plusieurs jours, ce qui leur simplifie

la tâche. Enfin, des grains qui se conservent plus longtemps sont aussi plus faciles à commercialiser.

De plus, ce décortiqueur spécifiquement conçu pour le mil et le sorgho a des performances beaucoup plus élevées que toutes les autres machines.

	VOIE HUMIDE	VOIE SECHE
Type de matériel	Procédé ENGLEBERG (moderne ABI)	Abrasion par disques en résinoides (mini décortiqueur PRL-RIIC)
Puissance requise	11 ch	3 ch
K de traitement en kg/h Mil-sorgho-mais		
• continu	100	60 à 100
• discontinu	60 à 80	-
Taux de récupération	60 à 80 %	75 à 90 %
Consommation spécifique moteur diesel (g.fuel / kg)	12 à 18	3 à 5 (beaucoup moins élevée)
Préparation du grain avant décortilage	humidification (0.5 kg d'eau pour 10 kg de grain)	grain sec <b>meilleure conservation de la farine</b>
Maintenance pièces exposée à l'usine	grille cylindre cannelé	disques abrasifs
Observations	<b>répandu</b> chez les commerçants meuniers  utilisable pour le riz	procédé nouveau très intéressant mais peu répandu pour l'instant (problème de formation) utilisable sur mil, sorgho, légumineuses

Tableau 3: avantages comparés du décortiqueur Engleberg et du décortiqueur CRDI/PRL/RIIC d'après VANECK (1982)

Au vu des nombreux avantages du décortilage à sec, il semble donc recommandable, aujourd'hui, d'envisager cette solution si l'on veut implanter une unité de transformation.

Les deux techniques sont comparées dans le tableau 3.

## LE DÉCORTICAGE DU RIZ: DES SOLUTIONS VARIÉES

Si les méthodes traditionnelles de décortication du riz sont encore largement utilisées, des procédés mécanisés à petite échelle qui fonctionnent de manière satisfaisante sont déjà largement répandus, ce qui n'est pas le cas pour le mil.

### DU RIZ PADDY AU RIZ BLANCHI

Le riz après battage est entouré de son enveloppe barbue. Il est appelé **riz paddy** ou riz non décortiqué (fig.12).

Au cours du décortication, on enlève la première enveloppe du riz (balles). On obtient un grain de couleur légèrement brune, encore recouvert d'une pellicule foncée. C'est le **riz cargo**, encore appelé riz complet.

Il peut être consommé tel quel, ou bien être débarrassé de sa pellicule brune. C'est ce qu'on appelle le raffinage ou blanchiment du riz. On obtient alors le **riz blanchi**. De manière générale, le riz est consommé sous cette forme.

La qualité du décortication du riz s'apprécie comme pour les autres céréales (fort taux de récupération, plus de 90% de grains décortiqués, faible taux de brisures). Cependant, certaines populations africaines consomment le riz sous forme de brisures. Dans ce cas particulier, un faible taux de brisures ne sera donc pas un critère de qualité.

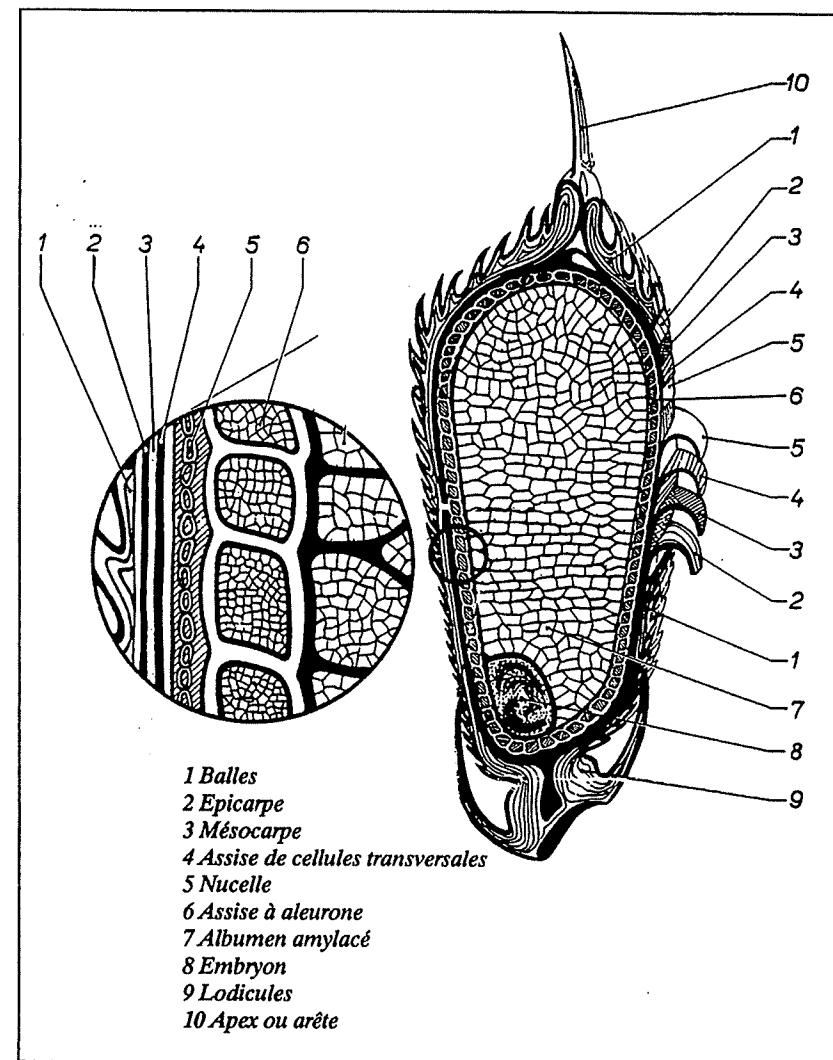


Figure 12: grain de riz (source FAO)

## LES PROCÉDÉS TRADITIONNELS

### Décortiquage par pillage

Le principe est le même que pour le décortiquage du mil. Notons que, dans le cas du riz, cette méthode fournit un taux important de brisures. En Afrique, ce procédé reste le plus employé.

### Décortiquage par éclatement

La méthode la plus ancienne que l'on connaisse en Inde est celle du décortiquage dans le sable brûlant. L'humidité intérieure du grain le fait gonfler, puis fait éclater l'enveloppe. On sépare ensuite le riz cargé des enveloppes et du sable par tamisage.

### Décortiquage par abrasion

Les enveloppes du riz sont usées de l'extérieur vers l'intérieur sur une surface abrasive par friction entre deux pierres ou deux surfaces rugueuses tournantes. Ce procédé est encore utilisé dans certaines régions rizicoles d'Afrique.

## LES MATÉRIELS MOTORISÉS

Les équipements actuellement utilisés pour le décortiquage du riz sont de trois types : les décortiqueurs à arbre cannelé (type Engleberg), les décortiqueurs à meules et les décortiqueurs à rouleaux de caoutchouc. D'autres procédés, notamment un décortiqueur centrifuge, sont également disponibles, des essais sont en cours pour déterminer leur efficacité.

### LE DÉCORTIQUEUR ENGLEBERG: SIMPLE ET POLYVALENT

Le décortiqueur se compose d'un arbre cannelé en fonte, tournant à l'intérieur d'un carter muni d'une grille à la base. Une lame d'acier mobile (fig.13) effectue le décortiquage. On règle l'écartement lame-cylindre en fonction de la grosseur des grains de riz paddy à décortiquer, d'environ 4,5 mm à l'entrée du paddy, un peu moins à la sortie.

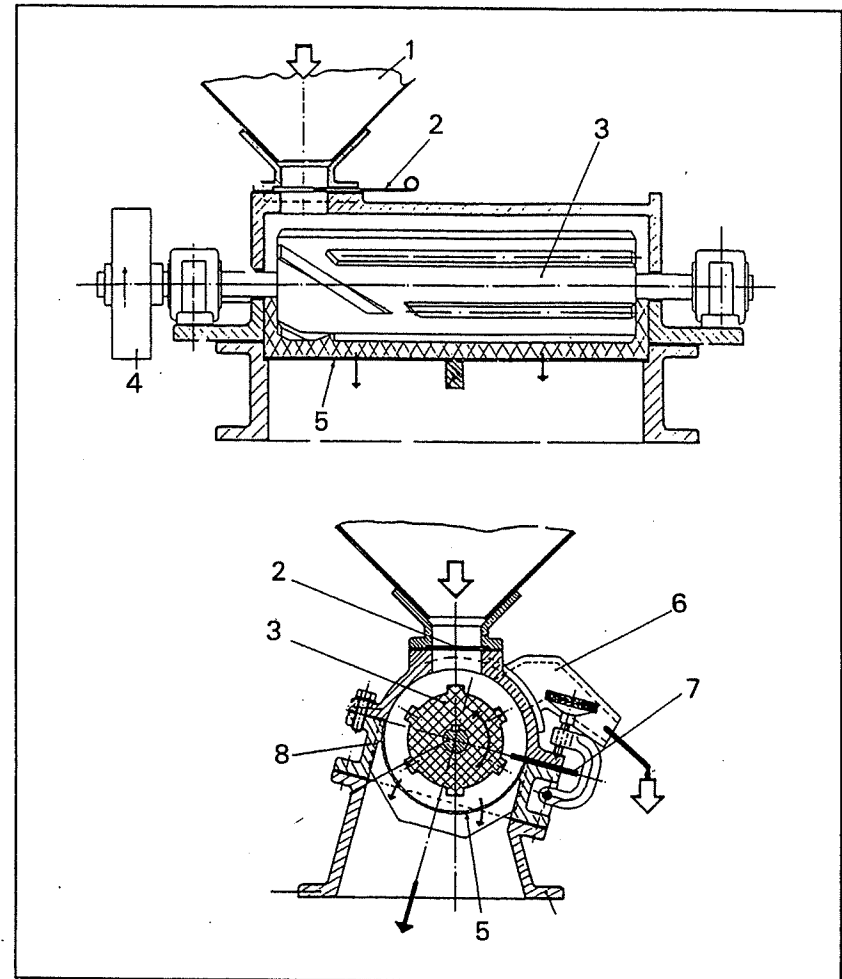


Figure 13: le décortiqueur Engleberg (source FAO)

- 1 Trémie d'alimentation
- 2 Volet de réglage de l'alimentation
- 3 Cylindre nervuré
- 4 Poulie d'entraînement
- 5 Grille
- 6 Tuyau de sortie
- 7 Lame
- 8 Bâti

Un second réglage est effectué par une plus ou moins grande ouverture des portes d'entrée et de sortie des grains, permettant ainsi une pression plus ou moins forte du riz à l'intérieur de la machine.

Le cylindre tourne à 800 tr/mn. C'est le même appareil que celui qu'on utilise pour le mil.

Le principal avantage de cet appareil est sa simplicité d'utilisation et de fabrication. Il est fabriqué aussi bien dans les pays industrialisés que dans certains pays en développement. Il semble techniquement possible d'en réaliser des modèles entièrement mécano-soudés. Un projet du GRET étudie actuellement cette possibilité.

Sa souplesse d'utilisation est grande: il peut usiner de petites quantités et il permet à la fois de décortiquer le riz et, avec un réglage différent de la barre d'acier, de le blanchir. Ainsi, en un à trois passages, le paddy est successivement décortiqué et blanchi.

Cependant, ses inconvénients sont importants. Il a une forte consommation énergétique : une décortiqueuse d'une capacité de 120 à 140 kg/heure exige une puissance installée de 12 ch.

D'autre part, cet appareil exerce des pressions excessives, ces frictions créent un échauffement important et expliquent le taux de brisures élevé et le mauvais rendement d'usinage.

Le rendement global d'usinage est généralement estimé entre 50 et 60%. La partie éliminée est formée de balles, de sons et de petites brisures. On considère de plus que 40% du riz récupéré est brisé.

En fait, pour 100 kg de paddy introduits dans le décortiqueur, on obtient environ 55 kg de riz blanc entier ou brisé, 25 kg de son et fines brisures et 20 kg de balles, ces chiffres étant évidemment susceptibles de fortes variations en fonction des conditions d'utilisation, de l'usure des pièces travaillantes, et de la qualité du riz.

Du point de vue de la qualité, les décortiqueurs de ce type semblent donner satisfaction aux consommateurs sahéliens accoutumés à un taux élevé de brisures. Par contre, ils se sentent lésés sur la quantité car ils ont l'impression d'apporter beaucoup de riz paddy et de ne récupérer que peu de riz blanchi.



## LE DÉCORTIQUEUR A ROULEAUX : PERFORMANT MAIS FRAGILE

Le décortiquage se fait grâce à deux rouleaux de caoutchouc identiques mais tournant à des vitesses différentes. La position d'un des rouleaux est fixe, l'autre par contre peut être déplacé, ce qui permet le réglage de l'écartement entre les deux (fig.14).

Le grain de riz est décortiqué par effet de cisaillement sur l'enveloppe. Ceci est rendu possible par sa cohésion et son caractère cassant. On obtient à ce stade du riz cargo. Un second étage de l'appareil est constitué d'un blanchisseur par abrasion, qui permet d'obtenir du riz blanchi (fig.14).

Les performances techniques de ces appareils, dont certains peuvent traiter jusqu'à 350 kg/heure, sont nettement supérieures à celles des décortiqueurs Engleberg. Ils atteignent un taux de décortiquage de 93% sur riz cargo. Le rendement en riz blanchi est supérieur à 70%, avec un taux de brisures faible de l'ordre de 15%.

Le riz sort brillant et propre et le grain garde son germe, ce qui présente un intérêt nutritif, mais ne provoque pas de rancissement s'il est consommé entier.

La nécessité d'avoir une qualité de paddy relativement homogène et la fragilité des rouleaux sont les principaux inconvénients de ce procédé.

Les rouleaux de caoutchouc se dégradent facilement sous l'action du climat tropical (changement toutes les 100 tonnes) et sont facilement abîmés par les rongeurs.

Le coût de maintenance s'avère donc élevé. Cet investissement ne se justifie donc que si l'on souhaite une bonne qualité du paddy traité et si la demande des consommateurs se porte vers le riz entier. Toutefois, le très bon rendement de cet appareil et la qualité du riz obtenu peuvent permettre de le rentabiliser. C'est pourquoi, d'après le CEEMAT,<sup>o</sup> cet appareil semble être promis à un bel avenir en Afrique de l'Ouest.

<sup>o</sup>CEEMAT:  
Centre  
d'Etudes et  
d'Expérimentation  
du Machinisme  
Agricole  
Tropical  
(France)

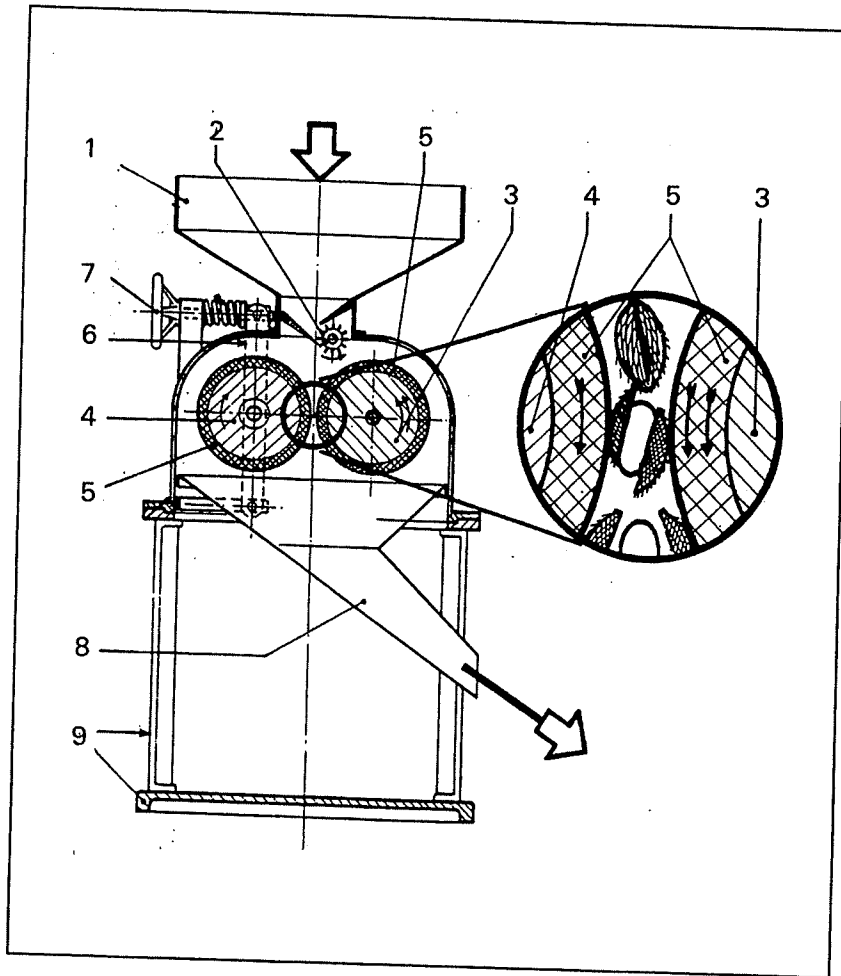


Figure 14: le décortiqueur à rouleaux (source FAO)

- 1 Trémie d'alimentation
- 2 Cylindre distributeur
- 3 Rouleau rapide
- 4 Rouleau lent
- 5 Garniture en caoutchouc des rouleaux
- 6 Bras de réglage du rouleau
- 7 Volant à main de réglage d'écartement des rouleaux
- 8 Sortie du riz décortiqué et des balles
- 9 Bâti et socle de l'appareil

### LE DÉCORTIQUEUR A MEULES: ROBUSTE MAIS CÔUTEUX

Ce décortiqueur est composé de deux disques en fonte horizontaux recouverts d'un matériau abrasif. Le disque supérieur est fixe, l'autre mobile (fig.15).

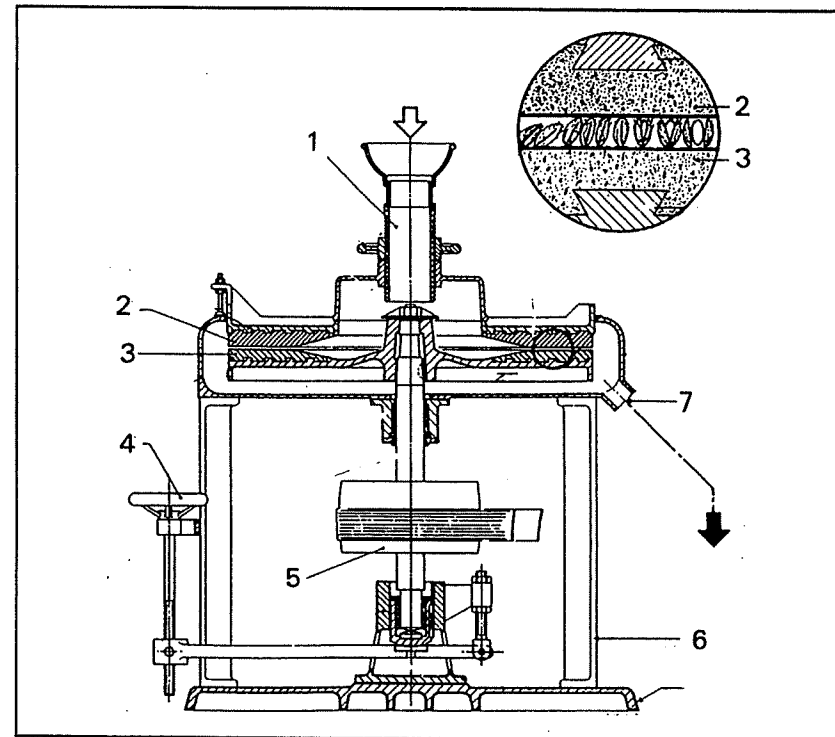


Figure 15: le décortiqueur à meules (source FAO)

- 1 Conduit d'alimentation
- 2 Meule fixe
- 3 Meule tournante
- 4 Réglage de l'écartement des meules
- 5 Poulie d'entraînement
- 6 Bâti
- 7 Sortie grains décortiqués et balles



Le réglage de l'écartement entre les deux disques doit être effectué très précisément. L'écartement entre les deux meules doit être compris entre la longueur du grain de riz paddy et celle du grain de riz cargo. Mais ce réglage dépend aussi de la variété (grain long ou rond, velu ou non, avec ou sans barbe), des conditions de séchage (dans la mesure du possible on essaie de sécher le grain jusqu'à une humidité de 14 à 15%), de l'usure du revêtement abrasif. La qualité du revêtement est également très importante.

Le principal avantage de ce décortiqueur est sa robustesse.

Mais le taux de brisures et celui de pertes sont plus élevés qu'avec un décortiqueur à rouleaux. Avec les balles, on élimine aussi une partie du grain, réduit à l'état de farine. La quantité de grain éliminée dépend de la précision du réglage de l'écartement des meules. Bien évidemment, plus le paddy est homogène, plus le réglage peut être précis, et moins importantes sont les pertes.

Ce type de décortiqueur est plutôt recommandé pour les unités semi-industrielles. Avec des meules de 750mm de diamètre, le débit est de 600kg/h. Il atteint 1600 à 2000kg/h avec des meules de 1400mm. De plus, son coût de maintenance est assez élevé car le revêtement des meules doit être changé souvent.

### LE DÉCORTIQUEUR CENTRIFUGE: EN COURS DE TEST

Il existe également un procédé de **décorticage centrifuge**. Les grains tombent au centre d'une hélice, qui les projette à grande vitesse sur les parois de la chambre de décorticage. L'enveloppe du riz éclate, ce qui provoque le décorticage. Ce type d'appareil peut être entraîné manuellement par deux personnes. Des essais sont actuellement menés en Afrique, avec le soutien d'ATI<sup>o</sup>, pour adapter un modèle japonais (CECOCO).

<sup>o</sup>ATI:  
Appropriate  
Technology  
International  
(USA)

## DÉCORTIQUER LE RIZ: LE CHOIX DU GOÛT ET DES MOYENS

Le décorticage du riz est techniquement beaucoup plus simple que celui du mil et du sorgho, aussi des technologies à petite échelle existent-elles depuis longtemps en Afrique.

	Décortiqueur ENGLEBERG	Décortiqueur à rouleaux
QUALITE	<ul style="list-style-type: none"> <li>● fort taux brisures</li> <li>● décorticage et blanchiment par la même machine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● riz propre et brillant</li> <li>● faible taux brisures</li> </ul>
COÛT	<ul style="list-style-type: none"> <li>● investissement peu élevé, robuste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● coût de maintenance élevé (rouleaux fragiles)</li> </ul>
UTILISATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>● permet d'usiner de petites quantités (rentable à partir de 100 t/an)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ne se justifie que si la demande se porte vers du riz entier</li> <li>● capacité plus grande jusqu'à 300 kg/h)</li> <li>● unités artisanales ou semi-industrielles (mini-rizières)</li> </ul>
ENTRETIEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>● grille et rouleaux</li> <li>● appareil répandu donc entretien simplifié</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● rouleaux fragiles (à remplacer au bout de 100 t)</li> <li>● peu répandu pour l'instant en Afrique</li> </ul>
UTILISATION	<ul style="list-style-type: none"> <li>● riz principalement</li> <li>● mil, sorgho, maïs en Afrique, avec résultats médiocres</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● riz uniquement</li> </ul>
ÉNERGIE	<ul style="list-style-type: none"> <li>● forte consommation énergétique 12 ch pour 150 kg/h</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● meilleur rendement énergétique qu'Engleberg</li> </ul>

Tableau 4: comparaison du décortiqueur Engleberg et du décortiqueur à rouleaux

Parmi celles-ci, deux dominent particulièrement: le décortiqueur Engleberg et le décortiqueur à rouleaux. Outre un procédé technique différent, ces deux appareils se distinguent par la qualité du produit qu'ils donnent : riz brisé et blanchi pour le premier, riz propre et entier pour le second, et par le rendement, meilleur pour le dernier. Il faut donc bien tenir compte du goût des populations utilisatrices avant d'effectuer son choix. Mais il faut aussi considérer le niveau des performances, faible pour l'Engleberg, élevé pour le décortiqueur à rouleaux, qui est cependant plus onéreux (tab.4).

## LE DÉCORTILAGE DU MAÏS: ENCORE A ÉTUDIER

Le décortilage du maïs a pour but d'éliminer la couche périphérique (son), mais aussi et surtout le germe, riche en matières grasses qui nuisent à une bonne conservation de la farine.

Dans les zones d'utilisation traditionnelle du maïs en alimentation, le décortilage-dégermage est effectué au mortier et au pilon. Il comprend trois étapes : mouillage du grain par trempage rapide ou aspersion dans le mortier, décortilage au mortier-pilon, vannage ou lavage pour éliminer les balles et le germe.

Le temps de travail pour le décortilage du maïs est sensiblement plus long que pour le mil et le sorgho (10 kg/heure environ).

De fait, ce dégermage est rarement effectué car la farine est consommée immédiatement. Mais le développement de la production de maïs qu'on constate actuellement en Afrique risque, dans un proche avenir de poser le problème. La conservation de la farine et sa commercialisation nécessitant alors un dégermage systématique.

Or, les procédés de dégermage à petite échelle n'ont pas été étudiés jusqu'à présent et il n'existe aucun appareil satisfaisant. Seules des méthodes industrielles sont au point.

Certains commerçants meuniers utilisent parfois un décortiqueur Engleberg pour dégermer le maïs. Les pertes au décortilage sont alors de 15 à 20%. Le taux de brisures est très élevé.

Par ailleurs, il semble que le décortiqueur CRDI/PRL/RIIC, utilisé pour le mil, donne de bons résultats pour le dégermage du maïs. Des essais sont en cours en Gambie.

---

## 2 - La mouture

	page
<b>La farine</b>	47
Qu'est-ce qu'une farine de qualité ?	47
Farine humide ou farine sèche ?	48
Comment moudre ?	49
<b>La mouture au mortier et au pilon: une grande souplesse d'utilisation</b>	50
Le mortier et le pilon	50
Moulin à molette	54
<b>Les moulins à meules: polyvalents mais coûteux</b>	55
<b>Leur fonctionnement</b>	56
Le principe: broyage par écrasement	56
Les meules: éléments déterminants	58
<b>Des types variés selon le mode d'entraînement</b>	61
Les moulins manuels: un échec relatif	61
Un exemple prometteur: le moulin à traction animale	63
Les moulins à moteur: répandus mais coûteux	68

<b>Les broyeurs à marteaux: une grande simplicité</b>	71
Leur fonctionnement	71
Principe: broyage par pulvérisation	71
Les composants du broyeur	72
Performances	75
<b>Un broyeur à marteaux fixes de fabrication locale au Sénégal</b>	76
Le matériel nécessaire	79
Une fabrication en mécano-soudure	79
Des performances intéressantes	81
Un marché régional irrégulier	81
L'assurance d'un service après-vente	81
<b>Comment choisir un moulin</b>	83
<b>Quel type de moulin choisir ?</b>	83
Moulin à marteaux ou moulin à meules ?	83
<b>Quel moteur préférer ?</b>	85
<b>A qui acheter un moulin ?</b>	88
<b>Comment bien marier moteur et moulin ?</b>	90

## LA FARINE

Les céréales sont à la base de très nombreux plats généralement spécifiques à chaque région : couscous, tortillas, bouillies... C'est sous forme de semoule ou de farine que les céréales sont employées dans ces préparations, car il est très rare de voir consommer des grains entiers, sauf dans le cas du riz.

Une fois les grains décortiqués (mil, sorgho) ou dégermés (maïs), les ménagères ne sont pas au bout de leurs peines, il faut encore les moudre pour pouvoir les utiliser dans la cuisine.

### QU'EST-CE QU'UNE FARINE DE QUALITÉ ?

La qualité qu'on souhaite pour une farine dépend avant tout de l'utilisation qui en est faite. Il n'existe pas de critère de qualité valable pour tous.

Certains plats traditionnels en milieu africain ou latino-américain supportent une farine comprenant un peu de son : au Mali, le maïs est parfois consommé sous forme de plats à base de farines ou de semoules obtenues à partir de grains bruts. Mais d'autres préparations comme certaines bouillies exigent une farine très pure.

De même, la fabrication de pâtes alimentaires, de type occidental, à base de sorgho ou de maïs, par exemple, demande la farine la plus vierge possible. Les équipements à petite échelle ne suffisent pas à obtenir cette qualité.

La finesse désirée est également fonction du plat à préparer. Si un broyage grossier en semoule est suffisant pour la préparation de certaines bouillies, d'autres bouillies (Niger, Bénin) ou des farines infantiles (farines Ouando au Bénin et Misola au Burkina Faso) demandent une mouture plus fine.

La qualité vitaminique et protéique de la farine résulte des procédés employés au cours des différentes opérations que subit le grain. Ainsi, une faible température au cours de la mouture évite une trop grande dégradation des protéines et des vitamines (la meilleure qualité nutritionnelle de farine est obtenue par mouture froide avec des meules de pierre). Une fois moulue, de toute façon, la farine perd progressivement ses qualités protéiques et vitaminiques. De même, une farine riche en lipides (comme la farine de maïs non dégermé) rancit.

## **FARINE HUMIDE OU FARINE SÈCHE ?**

L'humidité des grains, et donc de la farine, joue un rôle important dans sa durée de conservation, dans le choix du matériel de mouture et dans le goût du produit fini.

Plus une farine est sèche et mieux elle se conserve. Le taux d'humidité limite acceptable est de 16%. Les farines préparées par les femmes africaines avec du mil décortiqué auparavant au pilon et au mortier (donc humidifié) ne se conservent qu'un ou deux jours, puis fermentent, à moins que le grain n'ait été séché après décortilage.

### **La mouture sur grains humides**

Les grains de mil ou de sorgho décortiqués par voie humide, qu'apportent généralement les femmes au moulin, donnent une qualité de farine légèrement fermentée très appréciée en Afrique.

Le moulin devra être choisi en fonction de cette contrainte particulière (car tous les modèles ne sont pas capables de broyer des grains humides), ou bien il faudra apprendre aux femmes à broyer un grain sec (en séchant les grains après fermentation par exemple).

Au Sénégal, la diffusion des moulins à marteaux ou des moulins à traction animale a conduit à un changement des pratiques traditionnelles de transformation. Les grains doivent désormais être séchés avant mouture mécanique. Pour les femmes dont le travail est très allégé par les moulins, cette modification n'apparaît pas comme une contrainte.

Lorsqu'on doit broyer un produit très humide, il faut choisir un matériel spécial. Ainsi, au Mexique, des "moulins de nixtamal" broient

un maïs cuit auparavant à l'eau et à la chaux. Ce sont des moulins à meules de pierre volcanique retournée chaque jour qui donnent une pâte élastique très humide, la "masa", qui a un taux d'humidité de 55%.

### **La mouture sèche**

Actuellement, la mouture sèche (mouture sur grains secs) fait surtout suite au décortilage par voie humide, en intercalant une étape intermédiaire de séchage entre les deux opérations. De cette façon, la farine garde son goût préfermenté.

La mouture par voie sèche peut désormais faire suite au décortilage à sec avec le décortiqueur CRDI/PRL/RIIC. Dans ce cas, la fermentation doit être conduite à part pour que le goût soit conservé.

En règle générale, tous les moulins peuvent fonctionner sur grains secs.

## **COMMENT MOUDRE ?**

Contrairement au décortilage qui demande une technologie spécifique pour chaque céréale, les procédés de mouture sont communs à tous les grains. Seuls les réglages des machines diffèrent.

A côté des technologies traditionnelles (mortier et pilon, mouture à la molette) encore largement usitées dans les zones rurales africaines, sont apparus de petits moulins dans les villes, puis dans les villages. Souvent tenus par des artisans prestataires de services, les moulins connaissent un développement spontané dans les zones où la population est nombreuse et la mouture à façon rentable.

Deux grands types de moulins se répartissent le marché : les moulins à meules et les moulins à marteaux, ces derniers commençant à être montés ou même entièrement fabriqués localement. Les moulins à marteaux sont toujours entraînés par un moteur, les moulins à meules peuvent être manuels, à traction animale, ou motorisés.

Des techniques sont désormais au point pour moudre industriellement le mil et le sorgho. Mais les lots commercialisés sont trop petits, de variétés et de calibres trop hétérogènes pour permettre un fonctionnement régulier des grosses minoteries.

## LA MOUTURE AU MORTIER ET AU PILON: UNE GRANDE SOUPLESSE D'UTILISATION

### LE MORTIER ET LE PILON

C'est le procédé le plus largement utilisé dans les campagnes ouest-africaines. Avant de mouler, les femmes trempent généralement les grains décortiqués, puis les laissent reposer pendant la nuit, ou quelques heures au soleil, ce qui permet une homogénéisation de l'humidité à l'intérieur du grain.

En cours de mouture, le pilage au mortier est interrompu par plusieurs tamisages qui permettent d'obtenir toute une gamme de produits différents, de la semoule à la farine la plus fine (tab.5).

L'avantage de ce procédé est sa souplesse d'utilisation. La femme contrôle totalement l'opération, qu'elle peut adapter selon ses besoins.

La farine ainsi obtenue contient entre 22 et 26% d'eau. Sa fermentation rapide, appréciée dans les préparations culinaires, ne permet pas sa conservation au-delà d'un ou deux jours. Lorsque les femmes passent de cette mouture au mortier à la mouture sèche au moulin, elles doivent apprendre à sécher le grain après décorticage, et à utiliser une farine moins fermentée, ou à faire fermenter la farine en l'humidifiant après mouture.

Tableau 5:  
adaptation  
de la  
technologie  
de mouture  
aux  
utilisations  
culinaires au  
Mali.

source :  
OCDE club  
du Sahel "la  
valorisation  
des céréales  
locales  
sahéliennes".

Tamis wara - wara	refus jojin kumbata (semoule grossière) utilisée pour préparer une bouillie longue à cuire
Tamis bassi-Téné	jojin (semoule moyenne) utilisée pour préparer des bouillies ou un plat accompagné d'une sauce à la pâte d'arachide jojin-kini
Tamis Mugu-Téné	jojin misseni (semoule fine) cuite à la vapeur dans un couscoussier pour préparer le foyo
Tamis nylon	farine fine utilisée pour préparer les bouillies, tô, couscous ainsi qu'un degué cuit à la vapeur : le nitin na degué
farine très fine destinée à la préparation des bouillies les plus savoureuses	

On utilise pour la mouture un mortier creusé associé à un pilon effilé (fig.16 et 17).

Le travail de pilage au mortier et pilon est astreignant et fatigant. Au Sénégal, on a calculé un rendement horaire moyen de 4kg/h par femme ce qui est un ordre de grandeur. Sachant qu'une femme broie environ 4 à 6 kg de grains par jour, ce pénible travail de pilage lui prend plus d'une heure par jour. Ce rapide calcul contribue à expliquer le succès des moulins à moteur. Même si les femmes n'y gagnent pas forcément beaucoup de temps (compte tenu du temps de transport, d'attente...), elles constatent en tout cas une nette diminution de la pénibilité du travail. Elles n'ont plus à fournir d'efforts physiques intenses pour mouler leur grain quotidien.

Figure 16: le  
travail de  
pilage



Figure 17: le  
travail de  
pilage



## MOULIN A MOLETTE

Ce procédé, d'origine néolithique, utilise une dalle en pierre plate, et une meule également en pierre. La molette, maniée à la main, sert à écraser les grains déposés sur la dalle. Deux à trois passages de la molette suffisent à obtenir une semoule grossière qui tombe de la dalle au fur et à mesure (fig.18). C'est un procédé encore en vigueur dans les régions rurales d'Afrique de l'Est.

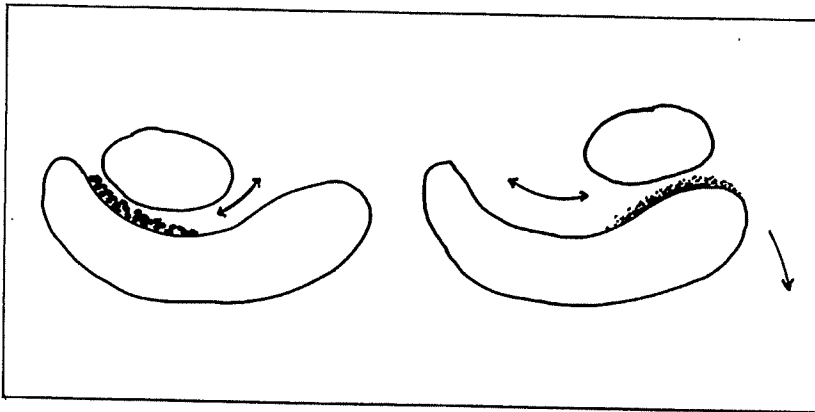


Figure 18: moulin à molette

## LES MOULINS A MEULES: POLYVALENTS MAIS COÛTEUX

Ces moulins reposent tous sur le même principe de fonctionnement. Ils écrasent le grain entre deux surfaces abrasives : les meules.

Il existe plusieurs types d'entraînement possibles, qui correspondent à différentes formes de moulins : les moulins manuels, les moulins à traction animale, les moulins motorisés.

Les moulins manuels n'ont pas connu un très grand succès dans le contexte africain. En effet, ils imposent aux femmes un mouvement totalement différent du pilage traditionnel et l'effort à fournir leur semble au moins aussi pénible.

Le moulin à traction animale constitue une expérience récente mais prometteuse. Il est actuellement diffusé au Sénégal avec l'appui du Relais Technologique d'ENDA, et au Burkina Faso avec l'appui de l'IBE<sup>°</sup> et d'IT DELLO. Ces deux programmes sont menés dans le cadre d'un programme plus vaste de la GTZ<sup>°</sup> sur la traction animale. Les premiers résultats sont encourageants.

Les moulins à meules motorisés se sont beaucoup répandus dans certains pays (Bénin, Congo, Burkina Faso, Mali). Ce sont des appareils coûteux, et ils sont donc gérés par des artisans prestataires de services ou par des communautés.

<sup>°</sup> IBE : Institut  
Burkinabé de  
l'Energie  
(Burkina Faso)  
<sup>°</sup> GTZ :  
Deutsche  
Gesellschaft für  
Technische  
Zusammenarbeit  
(République  
Fédérale  
d'Allemagne)



## LEUR FONCTIONNEMENT

### LE PRINCIPE: BROYAGE PAR ÉCRASEMENT

Le moulin est constitué d'une meule fixe, et d'une meule mobile tournant sur la première, dans un plan horizontal ou vertical. Les deux meules de la machine sont de matières et de dimensions identiques (fig.19).

Le grain est déversé dans une trémie de forme conique ou pyramidale. Une vanne d'alimentation située à la base de la trémie permet de régler le débit du grain. Il pénètre dans la chambre de broyage par le centre d'une des meules dont la partie axiale est creuse. Le broyage du grain se fait durant le trajet qu'il effectue entre les deux meules, du centre vers la périphérie.

Pour expliquer les différences des résultats obtenus avec des meules horizontales et verticales, il faut rappeler que dans les moulins à meules horizontales le grain en cours de broyage est progressivement amené à la périphérie, guidé par les cannelures de la meule, sous l'effet de la seule force centrifuge.

Dans le cas des moulins à meules verticales, le grain subit en plus l'effet de son poids, qui l'entraîne vers le bas, donc vers la périphérie de la meule. Il en résulte un temps de passage plus court, ce qui donne une farine moins régulière qu'avec un moulin à meules horizontales.

Cependant, la fabrication des moulins à meules horizontales est plus complexe car elle nécessite un renvoi d'angle dans la transmission, pour l'installation d'un moteur thermique. Le coût de cet ensemble mécanique est important. L'ouverture pour l'entretien, l'accès à l'intérieur et le démontage des meules d'un moulin à meules horizontales sont également complexes.

C'est pourquoi on ne trouve pratiquement plus que des moulins à meules verticales.

La construction des moulins à meules horizontales ne se justifie que pour des meules lourdes (de diamètre supérieur à 500 mm), dont le poids ne peut être supporté par un axe horizontal, ou pour de très petits moulins domestiques.

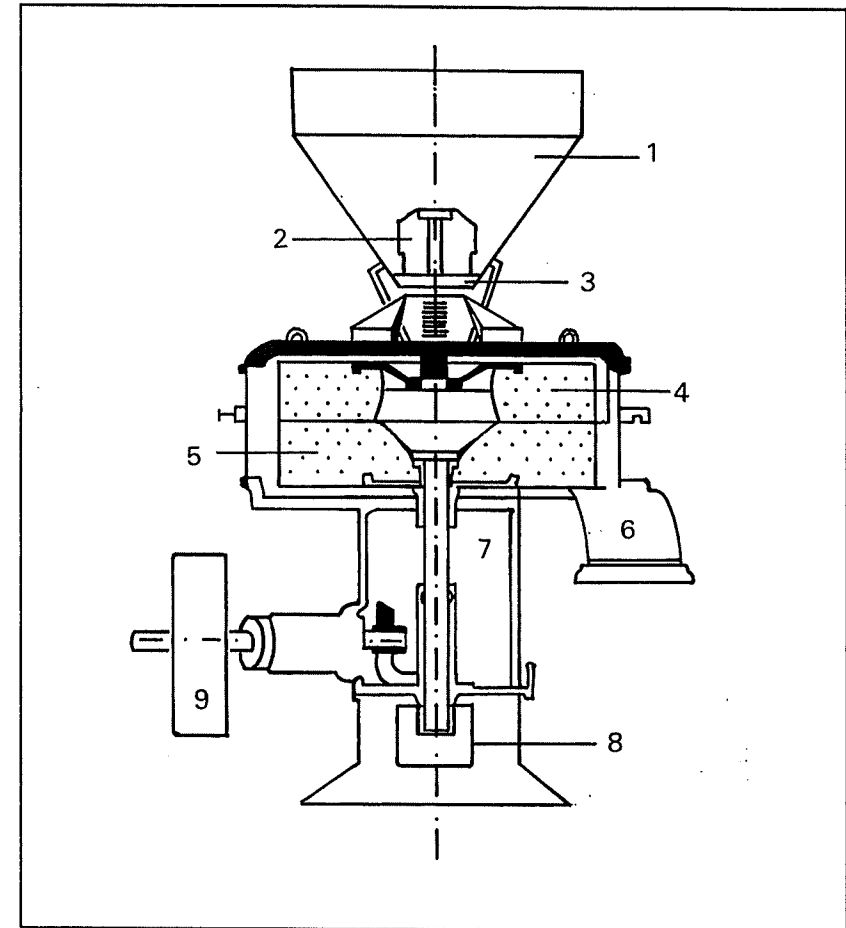


Figure 19: moulins à meules horizontales

- 1 Trémie
- 2 Vanne de réglage d'alimentation
- 3 Volant de réglage
- 4 Meule fixe
- 5 Meule tournante
- 6 Sortie de mouture
- 7 Bâti
- 8 Crapaudine
- 9 Poulie de commande

## LES MEULES: ÉLÉMENTS DÉTERMINANTS

### Des matériaux variés

Les matériaux utilisés pour la fabrication des meules sont de nature diverse. On distingue les meules métalliques, les meules en corindon et les meules en pierre. Leur choix est fonction des utilisations qu'on veut en faire comme du prix qu'on peut y mettre.

- **Les meules métalliques:** ce sont des plaques de broyage, en fonte ou en fonte aciérée. Elles sont très solides, peu coûteuses et permettent de broyer une grande variété de produits secs ou légèrement humides (céréales, mais aussi arachides, noix de karité...). Par contre, il existe un risque d'échauffement de la farine, et il faut la repasser deux fois au moulin si l'on veut une farine fine.
- **Les meules de corindon** sont constituées d'éléments très durs, le corindon, noyés dans un ciment magnésien. Certaines meules sont en corindon synthétique, d'autres sont fabriquées à partir de corindon naturel, le naxos, pierre originaire de Grèce ou de Turquie. L'usure de ces meules n'entame pas leur pouvoir abrasif, puisque de nouvelles arêtes apparaissent toujours en surface, comme dans une pierre naturelle.
- **Les meules en pierre** sont généralement formées d'un assemblage de pierres siliceuses proches du quartz, que l'on trouve dans les carrières (certains fabricants les appellent meules en silex). On trouve parfois des meules de granit ou de basalte volcanique taillées dans la masse.

### Un habillage étudié

L'habillage d'une meule consiste à entailler sa surface travaillante d'une série de rayons, dont le nombre, la forme et les dimensions dépendent de la nature des grains à moudre et du degré de finesse désiré. Les rayons répartissent les grains sur toute la surface travaillante et assurent le refroidissement de la meule et de la farine (fig.20).

Les variations de forme et de disposition des rayons sont innombrables. Quelques-uns des types les plus courants sont représentés ici.

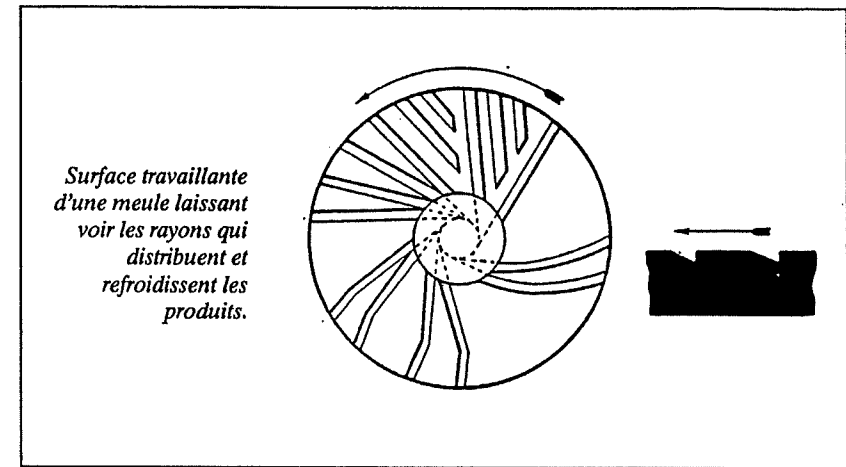


Figure 20: L'habillage des meules

La pulvérisation du grain est faite par la feuillure ou partie lisse de la meule, qui est généralement piquetée ou fendillée pour effectuer une mouture plus efficace. Une trop grande surface de feuillure peut être une source d'échauffement. Généralement, plus grand est le nombre des rayons, plus la mouture est froide et plus le débit est important.

Rhabiller des meules de pierre ou de corindon ou retailler des meules en fonte consiste à raviver les cannelures, lorsque les frottements les ont trop émoussées. Les meules doivent être retaillées environ toutes les cinq tonnes de grains moulus.

### Un réglage précis

L'écartement des meules détermine la finesse de la farine. Le réglage de la finesse s'effectue donc en serrant les meules par l'intermédiaire d'un volant. Plus les meules sont rapprochées, plus fine est la farine. Mais, en contrepartie, le débit diminue. Un système de ressort de sécurité permet d'éviter que les meules ne soient trop endommagées par le passage accidentel d'un corps étranger (caillou, monnaie...).

Enfin, un levier permet d'écartier les meules pour évacuer la farine qui reste entre elles, après la mouture d'un lot. Cette manoeuvre ne modifie pas le réglage précédent.

Il est essentiel de bien régler l'écartement en fonction des grains à moudre. En particulier, il faut éviter de moudre plusieurs grains de diamètres différents (mil puis maïs par exemple), sans modifier le réglage. Un défaut de réglage de l'écartement peut être à l'origine:

- d'une mouture incomplète,
- de la formation d'une pâte qui adhère aux meules et ne s'évacue plus,
- de la dégradation des meules si celles-ci entrent en contact.

#### Une large gamme de vitesses de rotation

La gamme des vitesses de rotation proposée par les constructeurs varie entre 350 tr/mn et 900 tr/mn. Les vitesses très élevées (3000 tr/mn pour un petit moulin électrique) ou très faibles (100 tr/mn) existent mais sont l'exception. La vitesse de rotation de la meule mobile influe sur la qualité de la mouture. Les vitesses données par les documentations des constructeurs sont des vitesses moyennes, que l'on peut réduire légèrement pour améliorer la qualité de la mouture, ou accroître pour augmenter le débit (mais alors la farine sera moins homogène, et plus chaude). La variation peut aller jusqu'à +/- 25%.

#### Une durée de vie variable

La durée de vie des meules est difficile à évaluer, car elle dépend de la vitesse de rotation, de la dureté des graines, de la finesse recherchée pour la farine et de l'attention qu'on porte au moulin (les corps étrangers, tels que monnaie, cailloux, endommagent les meules malgré les systèmes de sécurité).

De toute façon, un changement périodique est à prévoir. La CMDT<sup>o</sup> indique, par exemple, qu'une paire de disques peut moudre 35 tonnes de céréales, avec retailage toutes les 5 tonnes.

<sup>o</sup>CMDT:  
Compagnie  
Maliennne de  
développement  
des Textiles

#### Un débit fonction de la puissance

Les moulins à meules peuvent être entraînés à la main, par un manège à traction animale, ou par un moteur soit thermique, soit électrique ou par une prise de force de tracteur. Le débit obtenu est fonction de la puissance fournie.

moulin manuel	10kg/h
moulin à traction animale (âne ou cheval)	20 à 25kg/h
moulin à moteur thermique, électrique	25 kg/h/ch

Les débits annoncés par les constructeurs sont indicatifs, et souvent surestimés, sauf quelques rares exceptions. De plus, le débit peut varier selon :

- la finesse désirée, semoule ou farine. Il passe du simple au double;
- quand le taux d'humidité des grains passe de 10 à 15%. Il est réduit de moitié. L'humidité provoque aussi, dans certains cas, l'encrassement des rainures qui finissent par se boucher. Le débit devient alors nul. Seuls les moulins à meules métalliques sont conçus pour éviter ce type d'inconvénient;
- la vitesse de rotation des meules. La variation peut aller jusqu'à +/- 25% environ.

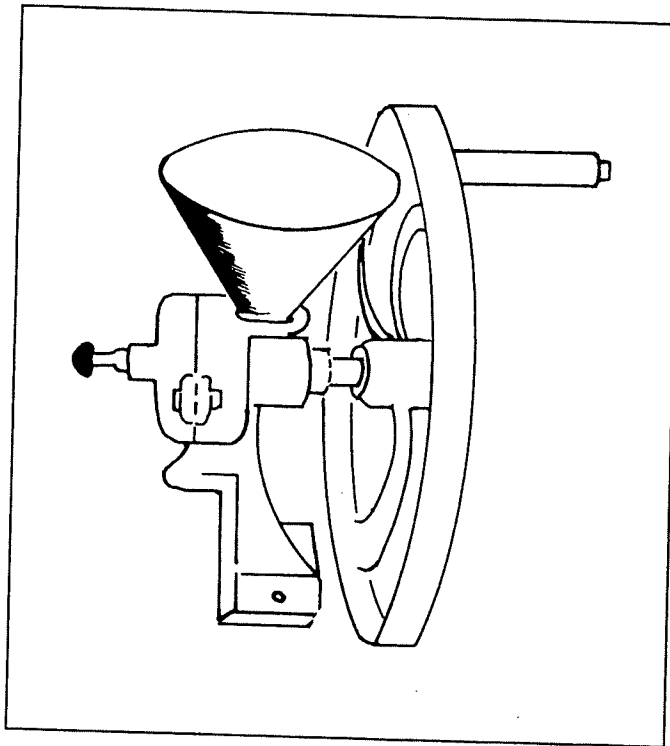
### DES TYPES VARIÉS SELON LE MODE D'ENTRAÎNEMENT

#### LES MOULINS MANUELS: UN ÉCHEC RELATIF

Il s'agit de petits moulins, dont le débit est de l'ordre de 10 kg/h (sur farine grossière). Ils sont entraînés par une manivelle, et sont équipés de meules de 9 à 10 cm de diamètre.

Leur coût est de l'ordre de 500 FF (prix hors taxes 1987) (fig.21).

Figure 21:  
moulin  
manuel



Des tentatives ont eu lieu pour diffuser en Afrique ces moulins de petite capacité, correspondant à un usage domestique et non à un service villageois.

Ces essais se sont soldés par des échecs. Non pas à cause du prix de ces appareils ou de l'attachement des femmes au pilon, mais principalement parce que, pour obtenir une farine de finesse équivalente à celle obtenue traditionnellement, il est nécessaire d'effectuer deux ou trois passages au moulin. Dans ces conditions, une étude de la DMA<sup>o</sup> indique que la dépense en temps et en énergie est plus importante que dans la mouture traditionnelle.

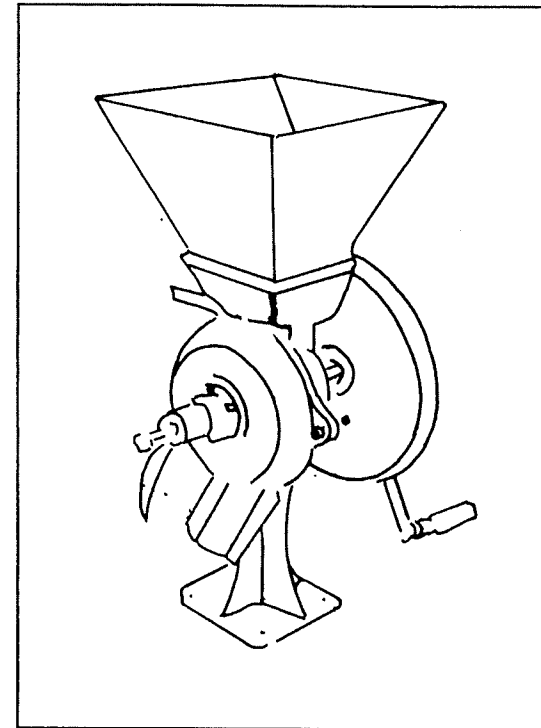
En fait, nombre de ces moulins ont été récupérés pour d'autres utilisations comme pour broyer le piment séché ou pour préparer des aliments pour les animaux.

Il existe aussi des moulins manuels équipés de plus grosses meules (diamètre maximal de 20 cm pour un entraînement manuel). Leur dé-

<sup>o</sup>DMA: Division  
du Machinisme  
Agricole (Mali)

bit peut aller jusqu'à 20 à 40 kg/h. Mais leur prix rejoint celui des petits moulins à moteur : à partir de 2000 FF (prix sortie usine en France) (fig.22).

Figure 22:  
moulin  
manuel



### UN EXEMPLE PROMETTEUR: LE MOULIN A TRACTION ANIMALE

Le moulin à traction animale occupe une place intermédiaire entre les méthodes manuelles de préparation des farines (pilon, moulin à bras...) et les moulins à moteur.

De par son débit relativement modeste, le moulin à traction animale

n'est pas conçu pour remplacer les moulins à moteur, mais constitue une alternative intéressante, dans:

- les régions rurales enclavées, rencontrant des difficultés pour s'approvisionner en carburant et en pièces détachées,
- les petits villages et les régions à faible densité de population où le nombre d'utilisateurs est trop restreint pour rentabiliser un moulin à moteur,
- les zones où la traction animale (asine ou bovine) est déjà pratiquée et où on cherche à rentabiliser les animaux de trait.

Le modèle présenté ici a été adapté d'un ancien "manège à friction" par la société Projekt Consult (Francfort) en collaboration avec I.T. DELLO°, le Relais Technologique d'ENDA et deux artisans africains : Cheikh Gueye à Gossas (Sénégal), et Paul Nikiema à Ouagadougou (Burkina Faso).

°I.T. DELLO:  
Institut  
Technologique  
Dello (France)

Soulignons ici que ce moulin à traction animale est entièrement fabriqué sur place par ces deux artisans.

Une dizaine de moulins de ce type fonctionnent dans des villages sénégalais. Cinq autres tournent dans des villages burkinabé. Une dizaine d'installations sont en projet au Sénégal.

### Un mode de fonctionnement simple

Un manège à traction animale entraîne un moulin à meules manuel (fig.23).

L'âne ou le cheval tournent autour d'un muret soigneusement construit sur lequel repose une roue. Lorsque l'animal avance, la roue est entraînée et communique à son axe un mouvement de rotation. Un système de transmission (chaîne, pignons...) permet d'entraîner l'axe de la meule du moulin.

L'utilisateur est assis sur un siège, près du moulin, ce qui lui permet de régler l'écartement des meules et de recueillir la farine.

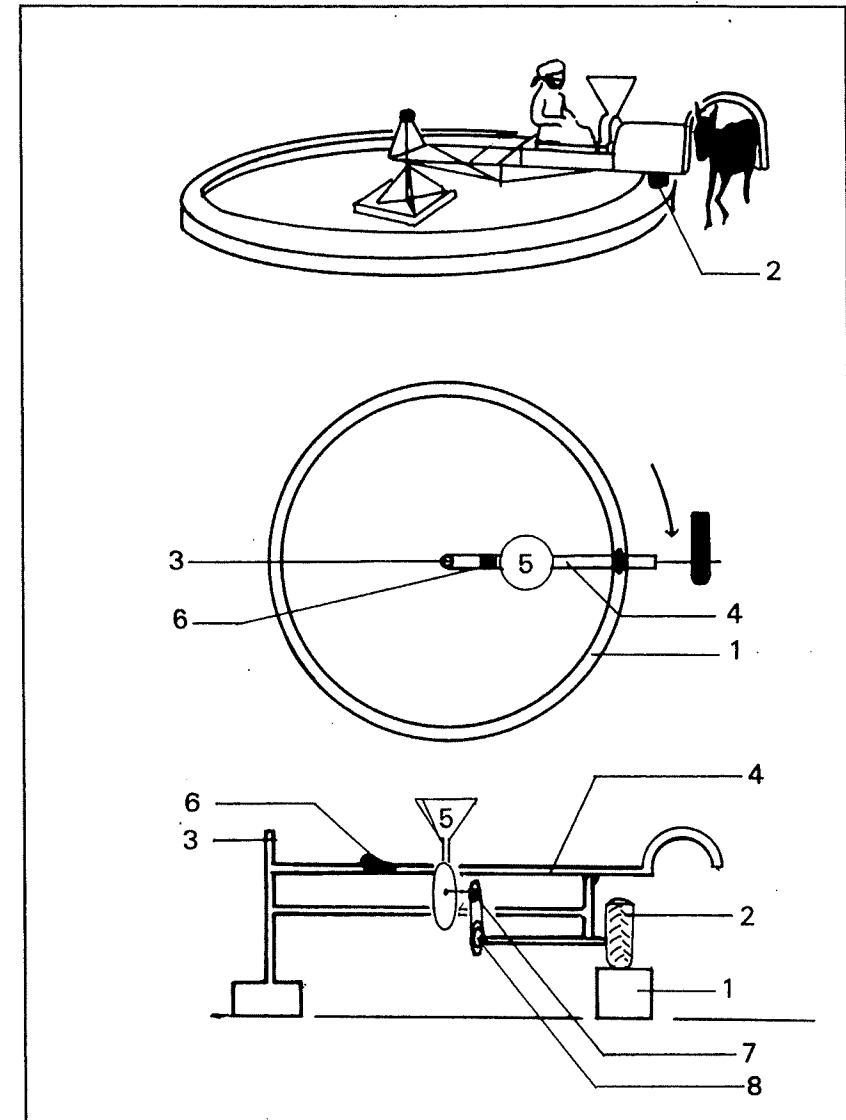


Figure 23: moulin à traction animale

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| 1 Piste surélevée | 2 Roue de voiture |
| 3 Axe vertical    | 4 Arbre           |
| 5 Trémie          | 6 Siège           |
| 7 Petit pignon    | 8 Grand pignon    |

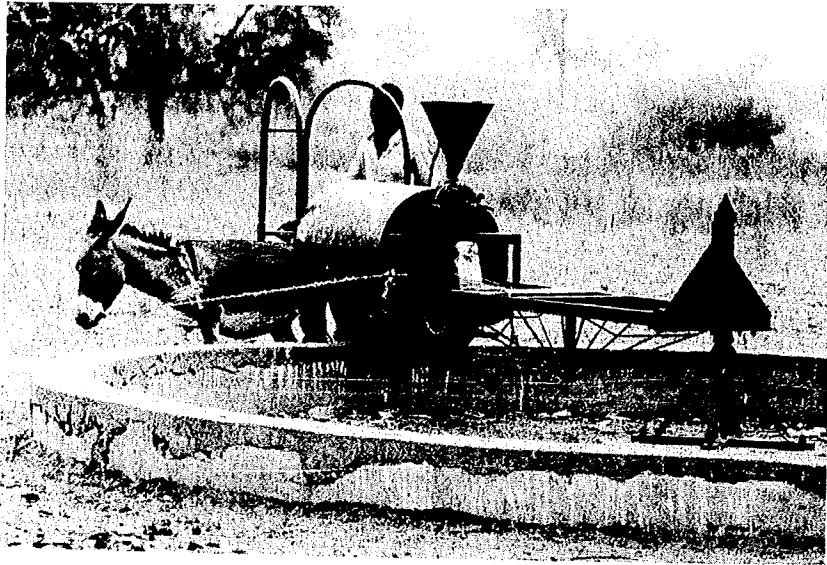


Photo Nicolas Bricas - ENDA

Le moulin à traction animale à Lambock (Sine-Saloum-Sénégal).

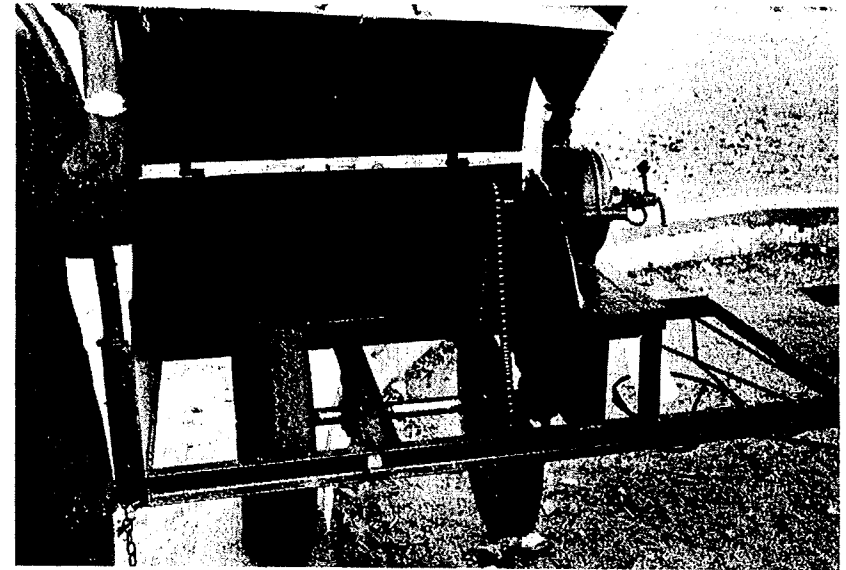


Photo Nicolas Bricas - ENDA

Le mécanisme de transmission du moulin à traction animale. Pignons, plateaux et chaînes sont facilement disponibles localement.

### Débit et puissance en fonction de l'animal

D'une manière générale, le débit est de l'ordre de 10 à 20 kg/h. Ce débit moyen est calculé sans déduire les temps d'arrêt de l'animal. On constate de fortes variations, qui tiennent :

- à la nature de l'animal: âne, cheval (ou même femmes et enfants lorsque les animaux ne sont pas disponibles);
- à son état physique: mal nourri, fatigué, en particulier en fin de saison sèche;
- à son caractère: éventuellement mal dressé ou récalcitrant;
- au taux d'humidité du grain.

### Un coût peu élevé

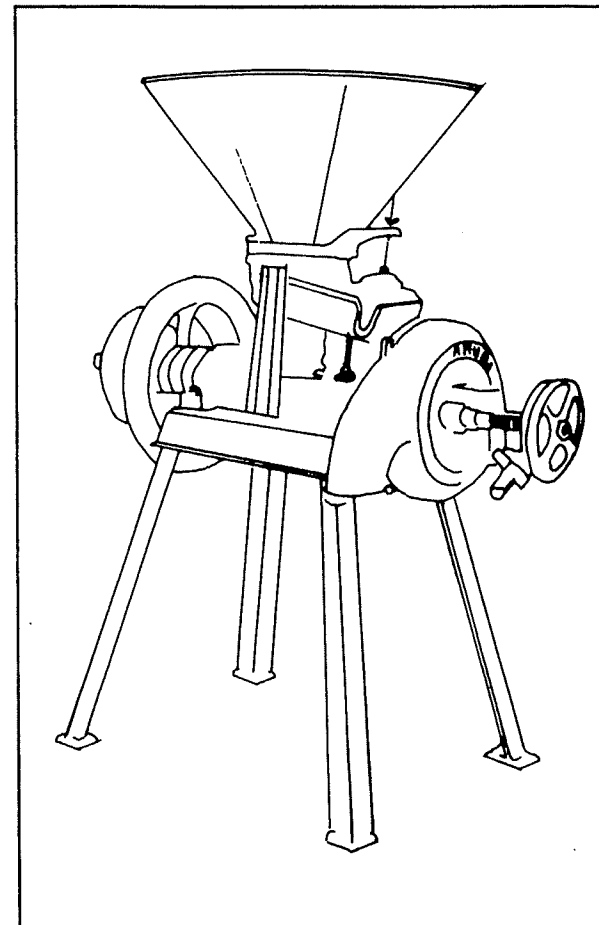
En 1986, le coût d'un tel moulin à manège prêt à fonctionner s'élevait à 350 000 F CFA (Sénégal). Il comprend l'ouvrage en maçonnerie (50 000 F CFA), le manège proprement dit, livré et monté (240 000 F CFA), et un moulin à meules de fabrication locale (60 000 F CFA).

Au départ du projet, on adaptait au manège un moulin à farine importé (Moulin Criquet de Beroujon Moulis, grand modèle). Mais, depuis, l'artisan a conçu et réalisé sur place un moulin du même type, mais mieux adapté au contexte local de son fonctionnement : nettoyage plus facile et meilleure évacuation de la farine. Seules les meules restent importées. Il revient ainsi trois fois moins cher qu'un moulin importé.

## LES MOULINS A MOTEUR: RÉPANDUS MAIS COUTEUX

Depuis les années 1940, de nombreux types, marques et modèles de moulins ont été conçus et commercialisés. Ils sont équipés de moteurs thermiques ou électriques de 3,5 à 8 ch de puissance et de meules de corindon ou de meules métalliques (fig.24).

Figure 24:  
moulin  
motorisé



Les moulins à meules métalliques, qui peuvent broyer les céréales même humides tout comme les oléagineux, sont très appréciés en Afrique où ils sont très répandus.

Parmi les marques de moulins à meules métalliques, Hunt (modèle 1A ou 2A) et Bentall sont les plus courantes. On trouve aussi maintenant de plus en plus souvent leurs répliques indiennes (Amuda) ou tanzaniennes, moins chères.

La prééminence de telle ou telle marque de moulins dépend essentiellement de la politique des firmes importatrices. Ainsi, à Cotonou,

au Bénin, sur 300 moulins recensés par le CEEMAT, seuls une petite dizaine n'étaient pas des Hunt 1A.

Mais, ces moulins sont difficiles à construire, en particulier le système de réglage des meules, et très peu d'artisans se sont lancés dans cette fabrication.

Chers à l'achat, leur entretien est également plus complexe et coûteux que celui des broyeurs à marteaux. Aussi, ces derniers rencontrent ils actuellement plus de succès que les moulins à meules.

Les moulins à meules de pierre naturelle ou de corindon n'ont pas la polyvalence des moulins à meules métalliques mais produisent une farine de meilleure qualité. Aussi, en rencontre-t-on surtout en ville où les consommateurs sont plus exigeants.

## LES BROYEURS A MARTEAUX: UNE GRANDE SIMPLICITE

Chronologiquement, les broyeurs sont apparus après les moulins à meules. Ils sont obligatoirement entraînés par un moteur, car la vitesse de rotation des marteaux (3000 tr/mn) ne permet ni un entraînement manuel, ni l'utilisation d'un manège à traction animale.

Son principal avantage est sa simplicité de fabrication. Déjà, de nombreux artisans en fabriquent en Afrique (Sénégal, Congo ...). De plus, son entretien est simple et peu coûteux.

Son principal inconvénient est son manque de polyvalence. Les broyeurs à marteaux tolèrent mal les oléagineux, ainsi que les céréales trop humides, qui colmatent les grilles.

### LEUR FONCTIONNEMENT

#### PRINCIPE: BROYAGE PAR PULVÉRISATION

Le principe du broyeur à marteaux est de pulvériser le grain en farine, en le projetant à grande vitesse contre la chambre de broyage. Le broyeur à marteaux se compose essentiellement d'une chambre de broyage, à l'intérieur de laquelle tourne un rotor sur lequel sont montés les marteaux. Une grille à la base de la chambre de broyage permet le passage de la farine (fig.25).



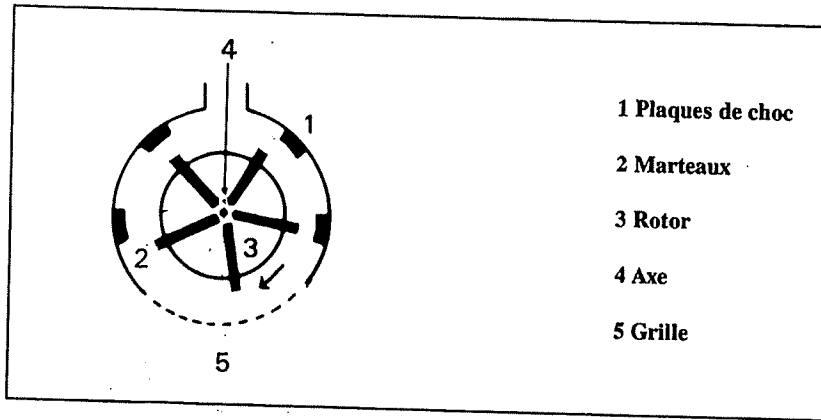


Figure 25 : chambre de broyage

## LES COMPOSANTS DU BROYEUR

### La chambre de broyage

L'intérieur de la chambre de broyage ne doit pas être strictement lisse, pour que le grain, entraîné par les marteaux, rencontre suffisamment d'obstacles pour être pulvérisé. Les obstacles peuvent être des contre-marteaux fixes, ou bien des plaques d'usure, ou plaques de choc, sur les parois latérales de la chambre de broyage. Dans certains modèles simples, il n'y a ni plaques de choc, ni contre-marteaux.

### Les marteaux

Le rôle des marteaux est de frapper le grain et de lui communiquer une vitesse de rotation suffisamment élevée pour qu'il aille se pulvériser contre les parois du broyeur. Pour augmenter l'efficacité des marteaux, on peut chercher à multiplier les angles d'attaque.

Les marteaux sont généralement réversibles, c'est-à-dire que l'on peut modifier leur position, de manière à changer la partie travaillante, ce qui permet d'augmenter leur durée de vie (fig.26).

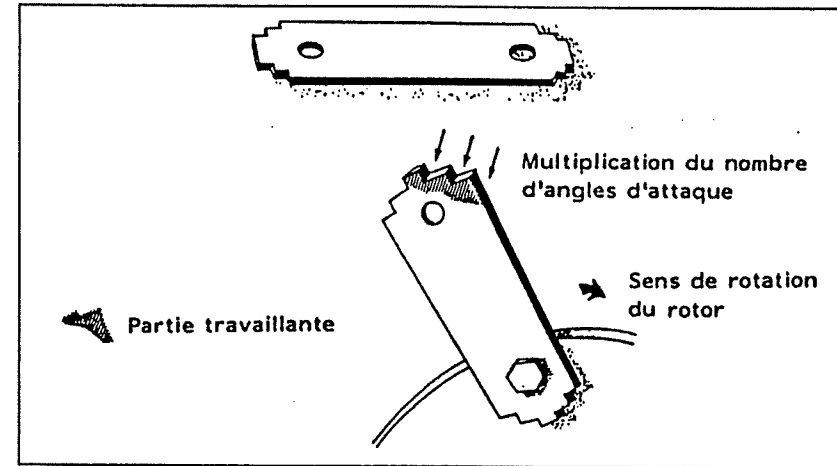


Figure 26: marteaux réversibles quatre fois

Ces marteaux peuvent être fixes ou mobiles. Les marteaux fixes sont rigidement fixés au rotor, tandis que les marteaux mobiles peuvent tourner autour de leur axe (fig.27).

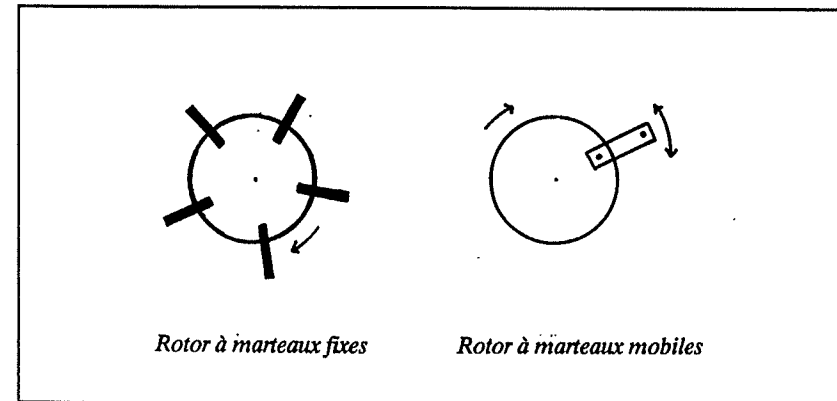


Figure 27: marteaux fixes, marteaux mobiles

L'avantage du rotor à marteaux fixes par rapport au rotor à marteaux mobiles est sa facilité de construction. Par contre, si un corps étranger passe accidentellement dans la chambre de broyage, il créera beaucoup plus de dégâts que dans un broyeur à marteaux mobiles, où les marteaux "s'effaceront" au passage.

L'expérience prouve que des marteaux réversibles quatre fois peuvent écraser en moyenne 450 kg de céréales avant d'être changés.

### La grille

Le rôle de la grille est de ne laisser passer que les particules suffisamment fines, dont le diamètre est inférieur au diamètre de coupure. Le diamètre de coupure correspond au diamètre maximal des particules qui peuvent passer au travers de la grille. A cause du mouvement des marteaux, la grille se comporte, en effet, comme un tamis dont les trous seraient inférieurs au diamètre de ses perforations.

Le diamètre des perforations peut varier entre 0,5mm et 1 mm ou même davantage pour des broyages grossiers. Les grilles les plus courantes ont des perforations de diamètre de 0,7 à 1,5mm. Les grilles de 1 à 1,5 mm permettent d'obtenir des farines semouleuses. De manière générale, plus les perforations de la grille sont petites, plus la farine est fine, mais plus le débit est faible.

### La carcasse

La carcasse du broyeur est constituée de la chambre de broyage, de la trémie et des pieds. Elle peut être réalisée en mécano-soudure, en fonte, ou en acier fondu.

Les carcasses en fonte communiquent à l'ensemble une inertie, propre à limiter les vibrations qui sont à l'origine des fissures des pièces les plus fragiles du broyeur et du moteur. D'autre part, l'insonorisation est meilleure. Par contre, la fonte présente l'inconvénient de se briser ou de se fissurer facilement. Comme on ne peut pas faire de soudure sur la fonte, les réparations sont délicates.

Les moulins à carcasse mécano-soudée ont plus tendance à vibrer, et sont moins bien insonorisés. En contrepartie, ils ont trois qualités non négligeables : la légèreté (favorable au transport), le prix généralement moins élevé et la facilité de fabrication locale et de réparation.

## PERFORMANCES

### Vitesse de rotation et puissance

La vitesse de rotation des marteaux doit être d'au moins 1500 tr/mn, un moulin à marteaux doit donc être obligatoirement entraîné par un moteur. Au-dessous de cette vitesse, le broyage n'est plus possible car les marteaux ne projettent pas les grains contre les parois avec une force suffisante pour les pulvériser.

Généralement, la vitesse de rotation des marteaux est de 3000 tr/mn. Deux fabricants (Law et Promill) utilisent la vitesse de 1500 tr/mn. La farine est alors un peu plus fine qu'à 3000 tr/mn pour une même grille, mais le débit diminue.

Un fabricant (Electra) fait tourner le rotor à 6000 tr/mn. La farine obtenue peut être très fine, mais la dépense d'énergie est accrue.

La DMA (1984) conseille d'installer sur des broyeurs à marteaux des moteurs d'une puissance de 9 à 11 ch. D'après l'ISRA<sup>o</sup> une puissance de 5 à 7 ch est suffisante pour les moulins à marteaux artisanaux. Des moteurs de 13 à 15 ch pour un moulin à farine seul, comme on en rencontre souvent, correspondent à un surdimensionnement, qui entraîne des coûts d'exploitation excessifs.

<sup>o</sup>ISRA: Institut Sénégalais de Recherche Agronomique

### Débit

Il est influencé par plusieurs facteurs :

- **la grille:**
  - le diamètre des perforations : plus il est grand, plus le débit est important, mais moins la farine est fine;
  - la surface filtrante (nombre de trous par m<sup>2</sup>) : plus elle est grande, plus le débit augmente;
  - l'épaisseur de la grille : plus elle est fine, plus le débit augmente, mais plus elle est fragile.
- **Le taux d'humidité :**
  - c'est un facteur déterminant. Pour une augmentation de 1% du taux d'humidité, on observe une diminution de 10% du débit. D'autre part, un taux d'humidité trop élevé peut entraîner le

colmatage de la grille. Le taux d'humidité limite acceptable dépend du diamètre des perforations.

- La puissance du moteur.

De manière générale, le débit peut être considérablement affecté par ces différents facteurs. Il convient donc de considérer avec beaucoup de prudence les débits annoncés dans les documentations des constructeurs. Sont-ils obtenus pour un broyage grossier, en semoule, en farine? pour des produits secs ou légèrement humides? avec quelle puissance de moteur?

## UN BROYEUR A MARTEAUX FIXES DE FABRICATION LOCALE AU SÉNÉGAL

L'un des avantages du broyeur à marteaux est de pouvoir être construit localement. Des artisans en fabriquent dans tous les pays où ils ont été importés : une cinquantaine au Sénégal, une dizaine en Gambie, au Congo, au Cameroun... Dans ce dernier pays, une petite entreprise OPC, (Outils pour les communautés), se lance actuellement dans la production en petite série. Des actions d'échanges d'expériences et de formation sont en cours pour diffuser les techniques de construction auprès d'artisans d'autres pays (Mali, Burkina Faso...).

Au Sénégal, un projet s'appuyant sur le savoir-faire de ces artisans a organisé une session de perfectionnement pour une dizaine d'entre eux et leur commande désormais les moulins diffusés dans les villages (plus de 200 commandes) au lieu d'acheter des équipements importés (projet MDS<sup>°</sup>/FENU<sup>°</sup>/BIT<sup>°</sup>). Les plans de construction de ce broyeur sont donnés en annexe.

Nous présentons ici un modèle construit par Ch. Gueye, artisan à Gossas (Siné Saloum), qui travaille en collaboration avec ENDA.

Ch. Gueye fabrique depuis plusieurs années des broyeurs à marteaux, des systèmes d'exhaure à traction animale, des décortiqueuses d'arachides, des charrettes et divers matériels agricoles. Depuis 1984, il s'est lancé dans la construction, plus délicate, de manèges à traction animale et de moulins à meules.

<sup>°</sup>MDS : Ministère du Développement Social (Sénégal)

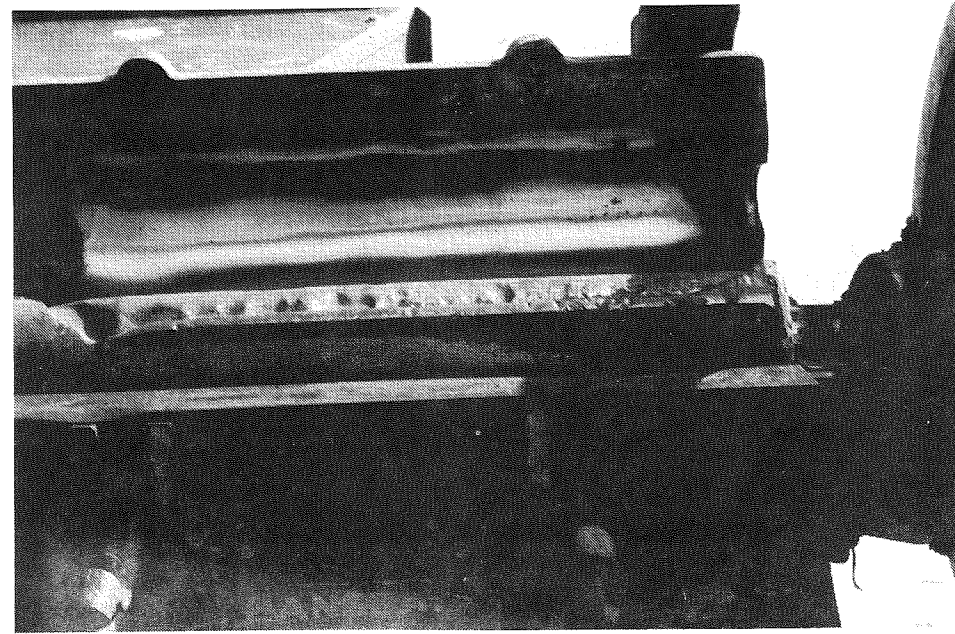
<sup>°</sup>FENU : Fonds d'Équipement des Nations Unies

<sup>°</sup>BIT : Bureau International du Travail (Suisse)



Photo Pierre Paris - GRET

Un atelier de construction métal-mécanique au Sénégal. L'artisan fabrique des broyeurs à marteaux, des décortiqueurs d'arachide, des décortiqueurs type Engleberg pour le riz ainsi que divers matériels. Il est simplement équipé d'un poste à souder, d'une meuleuse et d'une perceuse électrique portable.



Décortiqueur du foyer de Ross-Berthio au Sénégal. Après avoir décortiqué 60 t. de paddy, la machine présente une importante usure du cylindre cannelé et de la lame. Ceci rend complexe une fabrication locale de qualité en mécano-soudure.

## LE MATÉRIEL NÉCESSAIRE

Le moulin est du type broyeur à marteaux fixes. Sa conception se rapproche de celle du broyeur Pulvérin, qui est assez répandu dans la région.

La carcasse est faite de tôles, que cet artisan achète au marché de la ville, généralement auprès de ferrailleurs ou de garagistes. Il s'agit parfois de récupération de véhicules, parfois de lots d'usine déclassés en excellent état, bradés aux entreprises par les ferrailleurs.

Les paliers, les roulements, la visserie, etc, ainsi que la grille (achetée au rouleau) sont disponibles dans les quincailleries des villes moyennes (Thiès, Kaolack au Sénégal par exemple). Les axes et les poulies sont tournés chez des artisans de Kaolack ou de Dakar.

## UNE FABRICATION EN MÉCANO-SOUDURE

Le mode de fabrication employé utilise au mieux les compétences de l'artisan et l'outillage disponible. Les tôles sont découpées au marteau et burin. Cette méthode fournit un résultat correct compte tenu du savoir-faire de l'artisan et de son habitude de cette technique. La carcasse est assemblée par boulonnage et/ou soudure à l'arc.

C'est pour le cœur du broyeur formé de l'axe et du rotor que se rencontrent les difficultés techniques:

- l'axe doit être monté sur roulements, c'est indispensable vu la vitesse de rotation (3000 tr/mn);
- le rotor doit être équilibré : un rotor mal équilibré peut être à l'origine de vibrations importantes conduisant à l'usure prématurée du moulin. On reconnaît un rotor équilibré au fait qu'il reste immobile sur son axe dans toutes les positions. Si ce n'est pas le cas, on équilibre le rotor en disposant des masses d'équilibrage (par soudure par exemple) jusqu'à ce qu'il reste immobile dans toutes les positions.

Les marteaux doivent être solidement fixés au rotor : vu la très grande vitesse de rotation, des marteaux mal fixés risquent de se détacher. Ils peuvent même parfois traverser la chambre de broyage et provoquer des accidents. Dans ce cas, les marteaux sont fixés par boulonnage et maintenus par des cales en fer plat soudées (fig.28).

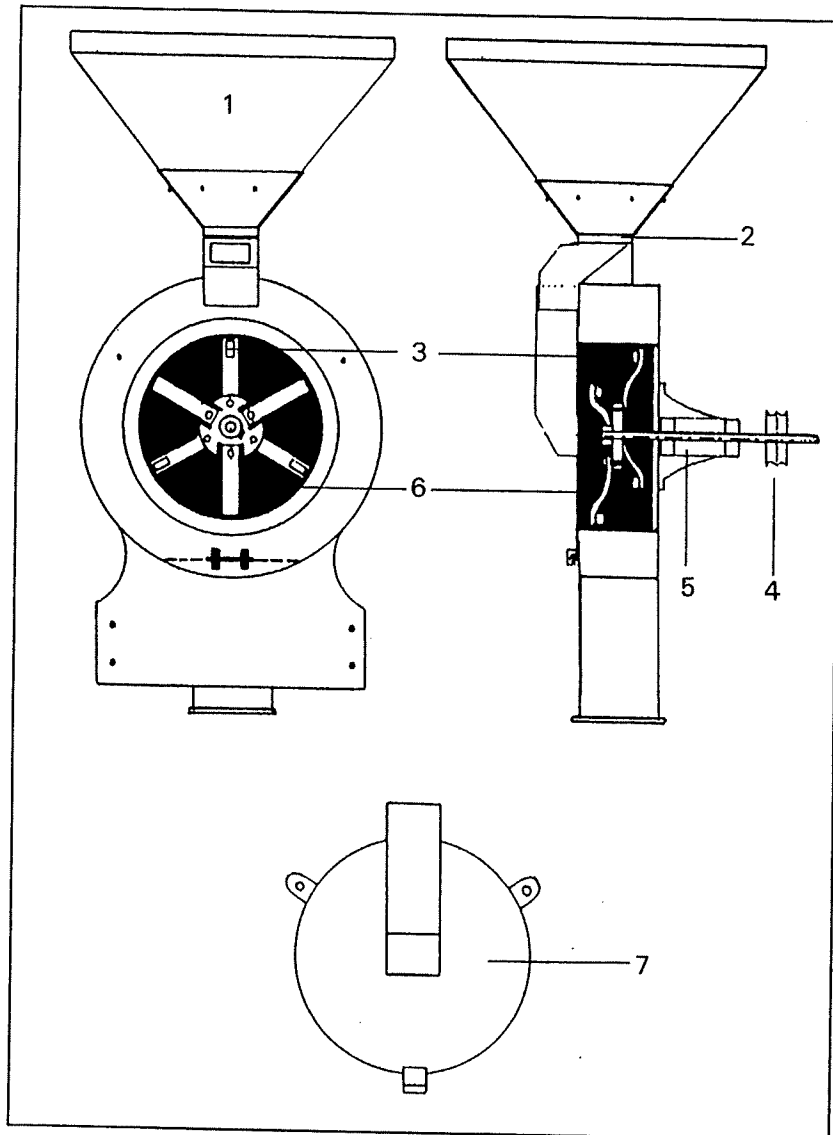


Figure 28: broyeur à marteaux artisanal

1 Trémie

2 Trappe de réglage du débit  
d'alimentation

3 Marteau

4 Poulie

5 Moyeu de camion

6 Tamis circulaire

7 Porte

### DES PERFORMANCES INTÉRESSANTES

En adaptant un moteur thermique ou électrique, la vitesse de rotation des marteaux est de 3000 tr/mn. Le débit est alors de l'ordre de 150 kg/h sur farine sèche grossière. Ceci correspond aux broyeurs importés dans la région.

### UN MARCHÉ RÉGIONAL IRRÉGULIER

Ch. Gueye a maintenant formé six apprentis qui l'aident à assurer ses commandes, qui sont d'ailleurs irrégulières (il lui est arrivé de ne pas avoir de commandes de broyeur pendant plusieurs semaines). Alors qu'autrefois il était obligé de fonctionner "à la commande", il dispose aujourd'hui d'un petit stock de pièces détachées et de broyeurs finis, mais ce n'est pas le cas de la majorité des artisans.

Il approvisionne principalement sa région. Très occasionnellement, des broyeurs sont commandés pour la Mauritanie ou le Burkina Faso. Les broyeurs sont vendus à des groupements villageois, des communautés rurales, à des propriétaires d'ateliers artisanaux de mouture ou à des organismes donateurs d'équipements villageois. Ils sont livrés avec un bâti sur lequel moulin et moteur sont fixés et grâce auquel il est possible de régler l'alignement des poulies et la tension de la courroie.

Les moulins fabriqués localement sont trois fois moins chers que ceux d'importation, pour une qualité qui tend à devenir sensiblement égale.

Par exemple,

Prix d'un broyeur à marteaux sans moteur

Importé : 800 000 F CFA (broyeur SKIOLD, TTC à Dakar)

Fabrication locale : 250 000 F CFA

### L'ASSURANCE D'UN SERVICE APRÈS-VENTE

Ch. Gueye assure un service après-vente des broyeurs lorsque ceux-ci sont vendus dans la région, car il peut alors se déplacer rapidement et facilement.

Les réparations les plus fréquentes sont les suivantes :

- réparation des fissures survenues dans le broyeur à cause des vibrations;
- changement de grilles perforées ou usées;
- réaffûtage ou remplacement des marteaux usés. Ce travail peut parfois être fait par un forgeron;
- changement des marteaux : on change en même temps tous les marteaux. Ce travail assez délicat doit être fait par un artisan formé à la technique.

## COMMENT CHOISIR UN MOULIN

Une fois décidée l'installation d'un moulin, il faut savoir quel est le type de moulin qui convient le mieux aux besoins et aux possibilités du village et à qui il vaut mieux l'acheter.

### ■ QUEL TYPE DE MOULIN CHOISIR ?

On ne peut envisager l'achat d'un moulin motorisé que si le village est d'une taille suffisante (voir partie 3), sinon il est préférable de s'orienter vers d'autres solutions moins coûteuses à l'achat et plus faciles à rentabiliser.

### □ MOULIN A MARTEAUX OU MOULIN A MEULES ?

La question se pose lorsque les deux types sont disponibles. Le tableau 6 compare les deux solutions.

**En pratique**, pour des raisons liées aux politiques des firmes d'importation, dans certains pays, on ne trouve presque exclusivement que des moulins à marteaux (Sénégal par exemple) et dans d'autres uniquement des moulins à meules (Mali, Burkina, Niger...).

**Les expériences de terrain ont démontré que tous les projets ou programmes essayant d'introduire dans un pays donné un type de moulin ou de broyeur qui n'est pas disponible sur place échouent.** Ceci faute de connaissances techniques locales pour l'entretien et la réparation, et par manque de pièces de rechange.

Type de matériel	Moulin à meules	Broyeur à marteaux
Principe	Broyage par écrasement	Broyage par percussion
Utilisation	Mouture des céréales sèches ou légèrement humides, des graines oléagineuses (karité)	Mouture des céréales ou autres produits secs non oléagineux
Granulométrie de la farine	déterminée par l'écartement entre les meules et leur degré d'usure  possibilité de faire une farine très fine en repassant le produit deux fois	définie par le diamètre des perforations du tamis et de la vitesse de rotation des marteaux  farine plus grossière, impossibilité de repasser le produit deux fois
Débit théorique (fonctionnement continu)	20 kg/h (entraînement manège) 200 kg/h (type courant) 100 kg/h pour deux passages	100 kg/h (type courant)
Entraînement	manuel manège à traction animale moteur (9 ch- 12 ch)	moteur (5 ch- 10 ch)
Maintenance	meules (retailage/ changement)	marteaux (retournement changement) tamis (changement)
Observations	plus onéreux que le broyeur	fabrication locale possible par des artisans

Tableau 6: comparaison moulin à marteaux, moulin à meules

Le choix se réduit donc généralement aux modèles en vente dans le pays. Il est fait en fonction de plusieurs critères, économiques et techniques, à savoir :

- le nombre de ménages que le broyeur est censé desservir;

- la simplicité de maniement de la machine afin que l'utilisateur puisse contrôler facilement l'opération;
- la facilité de réglage de l'appareil : il est souhaitable de choisir des modèles dont les réglages sont faciles à comprendre et les pièces à régler commodes d'accès;
- la facilité d'accès aux pièces d'usure courantes (meules, marteaux, grilles); l'appareil doit être facile à démonter et de fabrication simple pour éviter que toute panne ne prenne des dimensions disproportionnées, ce qui entraîne l'immobilisation de l'appareil pour de longues périodes;
- la réversibilité de certaines pièces (marteaux ou meules). Cela réduit considérablement les coûts de fonctionnement;
- la disponibilité des pièces de rechange et leur coût;
- la robustesse de l'appareil et son rapport qualité/prix, compte tenu aussi des pièces de rechange et d'usure courantes;
- les débits réels et la relation consommation spécifique/débit. Afin d'obtenir ceux-ci, il est nécessaire de mener des essais sur place. Les débits théoriques affichés par les constructeurs sont toujours bien au-dessus des débits réels.

## QUEL MOTEUR PRÉFÉRER ?

En milieu urbain, on a généralement recours aux moteurs électriques qui fournissent la source d'énergie mécanique la moins coûteuse et la plus pratique (absence de fumées...). En revanche, en milieu rural on ne peut utiliser que les moteurs thermiques. Reste à choisir entre un moteur diesel et un moteur à essence. Le tableau 7 compare les trois types.

Moteurs :	Diesel	Essence	Electrique
ACHAT	le plus cher	intermédiaire	le moins cher
ÉNERGIE	gazole carburant répandu et peu onéreux	essence carburant répandu mais plus onéreux que le gazole	électricité utilisation pratique mais à réserver aux grandes villes (pb de disponi- bilités et pannes d'électricité). Source d'énergie mécanique la moins coûteuse en général
FONCTION- NEMENT ENTRETIEN	le plus complexe. Formation poussée des meuniers à prévoir	plus simple que le moteur diesel. Formation moins poussée pour les meuniers	le plus simple
ROBUSTESSE	le plus robuste	plus fragile que le moteur diesel. A manier avec précaution pour éviter de trop fréquentes pannes. Pas de durées de fonctionnement trop importantes	éviter les sur- chauffes (moteurs sous-dimensionnés durée d'utilisa- tion trop longue non prévue). Exiger un moteur tropicalisé
PIÈCES DE RECHANGE	moteur diesel le + répandu en milieu rural sahélien : les réseaux de dis- tribution de pièces existent	moins répandu que le moteur diesel donc plus diffi- ciles à obtenir	

Tableau 7: comparaison des trois types de moteur

En général, on préfère avoir recours aux moteurs diesel.

Mais faut-il choisir un refroidissement par air ou un refroidissement par eau ? Ils sont comparés dans le tableau 8.

REFROIDISSEMENT	PAR AIR	PAR EAU
ACHAT	Moins coûteux que le moteur à refroidissement par eau	Le plus coûteux
INSTALLATION	Pas d'équipement spécial nécessite un local bien ventilé	Installation du système de refroidissement à prévoir (réservoirs d'eau avec couvercle, circuit de refroidissement avec tuyaux, etc.)
FIABILITÉ	Risque échauffement si utilisation prolongée (mais les moulins ne fonctionnent générale- ment que 3-4 h/jour)	Les plus robustes, permettent une utiliza- tion prolongée sans se soucier de l'échauffe- ment si le moteur est convenablement installé
PIÈCES DE RECHANGE	Assez répandues dans certaines régions. Pas de problème de pièces de rechange dans ces zones	Les plus répandues en milieu rural. Donc, pièces de rechange plus faciles à obtenir (circuits de distribu- tion existants)

Tableau 8: comparaison refroidissement par air et par eau

Certains utilisateurs préfèrent les moteurs diesel à refroidissement par eau en milieu rural à cause de leur solidité. Il faut veiller, de plus, à ne pas prendre de moteurs trop puissants qui ne font qu'augmenter les coûts de fonctionnement.

En fait, là aussi, la solution la meilleure consiste à acheter le type le plus répandu dans la région (Hatz, Lister, Anil...). Ceci simplifie, comme pour les broyeurs, les problèmes d'entretien et de pièces de rechange.



Dans le cas où plusieurs solutions sont possibles, le choix d'un modèle peut s'effectuer en tenant compte des critères suivants :

- le moteur doit avant tout être robuste et simple et avoir un bon rapport qualité/prix;
- les pièces nécessitant une vérification fréquente (filtre à air...) doivent être facilement accessibles;
- vérifier la présence d'une jauge pour évaluer le niveau d'huile;
- vérifier la présence d'un filtre à air, ainsi que d'un filtre à eau pour les moteurs à refroidissement par eau (sinon les circuits risquent de se boucher, provoquant de graves pannes);
- évaluer la cadence d'usure des pièces principales et leur coût, ainsi que la disponibilité des pièces de rechange.

Enfin, lors de l'achat des équipements, il faut prévoir un certain nombre d'accessoires indispensables: fût réservoir à gazole, bidons réservoirs à huile, clés pour démontage, cheminée d'échappement des gaz (ou deux fûts réservoirs d'eau avec couvercle et robinet de purge et des tuyaux en cas de moteur à refroidissement à eau), deux sacs en toile pour recueillir la farine sans pertes excessives, ainsi qu'un jeu de pièces de rechange courantes, des grilles et un jeu de marteaux, ou une paire de meules, une courroie de rechange et une cartouche filtrante pour le réservoir à gazole du moteur.

## A QUI ACHETER UN MOULIN ?

A cette question, plusieurs réponses, qui vont du vendeur le plus proche à celui qui est le plus éloigné des utilisateurs : l'artisan qui fabrique localement des moulins, une entreprise du pays, un représentant de marques étrangères, l'importation directe de pays industrialisés ou de nouveaux pays en développement.

La dernière solution présente l'inconvénient d'une difficulté d'accès au service après-vente et aux pièces de rechange.

On peut bien sûr acheter aux représentants ou aux entreprises locales. Il est alors souhaitable, dans la mesure du possible, de créer un consortium d'acheteurs afin d'obtenir de meilleures conditions des maisons de vente. En regroupant les achats, on a plus facilement des

prix concurrentiels, un service après vente correct, et de plus grandes facilités de formation et/ou de recyclage des mécaniciens.

L'artisan est généralement plus à la portée des utilisateurs. Depuis quelques années, ils sont de plus en plus nombreux à proposer des broyeurs à marteaux à un prix très inférieur à celui des broyeurs importés (la différence va de 20% à plus de 40%). La qualité est généralement un peu moins bonne, mais elle va s'améliorant. Ces broyeurs sont particulièrement intéressants pour les groupements de femmes qui ont généralement peu de moyens.

Il est préférable, toutefois, de ne pas acheter un broyeur à un artisan trop éloigné. En effet, il n'existe pas toujours de pièces de rechange standard, car les broyeurs sont fabriqués en petite série ou à l'unité, et les plans peuvent varier.

Acheter un broyeur à un artisan local est, certes, la meilleure solution pour le développement d'un pays. Cela encourage les initiatives et fournit du travail et des revenus aux artisans de la région.

Il est impossible de donner des prix pour tous les types de broyeurs. De plus, les prix des broyeurs importés dépendent beaucoup du lieu de leur installation. A titre indicatif, nous avons comparé les différentes solutions (achat à un artisan local, achat à une entreprise locale, importation d'autres pays africains, importation de France) à Dakar. Les marques envisagées sont celles qui sont répandues dans la région (tab.9).

<b>FABRICATION SÉNÉGALaise</b>	Broyeur NOFLAYE (fabriqué par SISMAR au Sénégal) avec moteur Diesel	Prix 1985 avec moteur 24 000 F HT 32 000 F TTC
<b>FABRICATION ARTISAN SÉNÉGALAIS</b>		Prix sans moteur : 4 000 à 7 000 F TTC Moteur Diesel 6 ch 12 000 F HT 13 000 F TTC
<b>IMPORTATION FRANCAISE</b>	Broyeur PULVERIX type 2 (proche du modèle des artisans) à marteaux fixes ;	prix à Dakar <b>Sans moteur</b> 20 000 F HT 29 000 F TTC <b>Prix du moteur</b> DEUTZ Diesel 9.2 ch 17 900 F HT 19 000 F TTC
<b>IMPORTATION COTE D'IVOIRE</b>	Broyeur SACK	<b>Sans moteur</b> 9 400 F HT 13 760 F TTC
<b>IMPORTATION DANEMARK</b>	Broyeur à marteaux mobiles SKIOLD SB	<b>Prix sans moteur</b> 10 000 F HT <b>Prix avec moteur</b> HARTZ E.89 Diesel 11 ch 24 800 F HT 39 600 F TTC

Tableau 9: prix des broyeurs à marteaux à Dakar (prix janvier 1986, Source ENDA, relais technologique) (en Francs français)

## COMMENT BIEN MARIER MOTEUR ET MOULIN ?

Ce facteur important est souvent négligé, ceci d'autant plus que moteurs et moulins sont en général livrés indépendamment.

La puissance (et la vitesse de rotation) du moteur doit être égale ou légèrement supérieure à la puissance (et à la vitesse de rotation) à développer à l'arbre du moulin.

Des puissances supérieures à celles requises engendrent des consommations en carburant élevées, tandis que des puissances inférieures sont à l'origine de pannes fréquentes. Pour un moteur électrique, une puissance trop faible est la cause d'échauffement excessif du moteur, qui peut conduire à sa détérioration définitive.

De manière générale (selon l'enquête de la FAO au Mali et au Burkina Faso, et de l'ISRA au Sénégal), les moulins installés sont plutôt couplés à des moteurs trop puissants. Ainsi, il arrive souvent qu'un moulin nécessitant une puissance de 4-5 ch soit couplé à un moteur de 8-9 ch. Du coup, les coûts de fonctionnement, et notamment la consommation en carburant augmentent considérablement.

Il est possible de régler un moteur diesel à une puissance inférieure à sa puissance nominale. Ceci réduit en partie la consommation de carburant, mais elle reste de toute façon supérieure à celle d'un moteur convenablement dimensionné.

Enfin, dans le cas d'une unité de décorticage et mouture, il est possible, et généralement souhaitable (sauf dans le cas de grandes unités), de brancher décortiqueur et moulin sur le même moteur. Il faut alors prévoir une puissance supérieure, pour faire fonctionner les deux appareils.

La transmission du moulin au moteur doit être adaptée. Le produit du diamètre de la poulie du moteur (DM) et de la vitesse de rotation du moteur (WM) doit être égal au produit du diamètre de la poulie du broyeur (DB) par la vitesse de rotation conseillée à l'arbre du broyeur (WB). Cette relation traduit simplement qu'il n'y a pas de glissement de la courroie sur la poulie.

Soit :

$$DM \times WM = DB \times WB$$

(DM et DB exprimés dans la même unité, de même pour WM et WB)

Pour calculer le diamètre de la poulie du moteur, on peut donc utiliser la formule :

$$DM = DB \times WB / WM$$

(avec les mêmes remarques que précédemment pour les unités)

Les poulies du broyeur et du moteur doivent être compatibles (toutes deux plates ou toutes deux trapézoïdales).

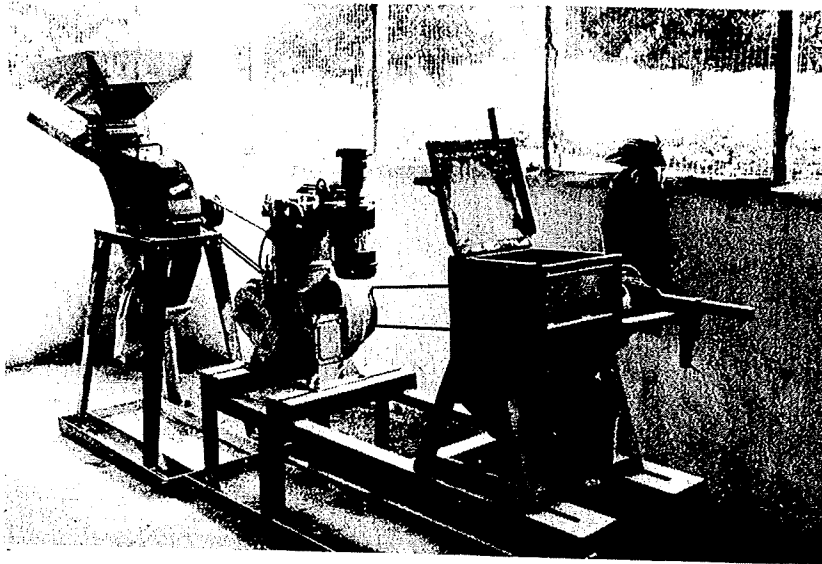


Photo Nicolas Bricas - ENDA

Atelier villageois de décortilage et de monture à Bassori (Gambie). Les deux machines sont couplées sur un même moteur diesel. Un embrayage fabriqué localement permet d'arrêter la décortiqueuse pendant le chargement et le déchargement du grain sans arrêter le moteur.

### 3 - Le moulin dans son environnement

	page
<b>L'installation d'un moulin villageois motorisé: des études préalables indispensables</b>	98
<b>Le choix du village: des critères économiques et sociaux</b>	98
Un approvisionnement en céréales suffisant	98
Un milieu d'accueil structuré et représentatif	100
<b>L'enquête participative: une sensibilisation réciproque</b>	101
<b>Calculs de rentabilité: s'assurer de la viabilité économique du moulin</b>	102
Calcul des coûts: installation et fonctionnement	103
Calcul des recettes: le prix de la mouture	107
Exemple de calcul des coûts standard: seuil minimal de population	108
La viabilité d'un moulin à traction animale	113
L'installation d'une unité complète de traitement des céréales	118
<b>Les nécessités techniques</b>	119
Un local pour abriter le moulin	119

Une installation fiable du moulin et de son moteur	120
Un entretien suivi	123
<b>La gestion du moulin par un groupement</b>	124
Le rôle du comité de gestion choisi par le groupement	124
Les tâches des membres du comité: des fonctions bien définies	125
La comptabilité: simple mais précise	127
La gestion : le pilotage de l'unité	130
Contrôle du fonctionnement économique	130
Répartition des recettes	130
Financement des équipements	131
Gardiennage de l'argent	132
<b>La formation du milieu d'accueil</b>	133
Une animation continue	133
Des supports pédagogiques variés	134
<b>L'indispensable formation à la comptabilité et la gestion</b>	137
Apprendre à gérer	138
Savoir contrôler	140
<b>La formation des meuniers ou meunières</b>	141

Meunier ou meunière ?	142
<b>La formation des mécaniciens</b>	143
<b>Former les formateurs</b>	143
<b>Suivre le fonctionnement du moulin</b>	144
<b>Ce que peuvent faire les petits projets</b>	145

Il sera essentiellement question dans ce chapitre des moulins gérés par des groupements villageois. C'est pour ceux-ci que la gestion, qui doit être communautaire, est la plus délicate à mettre en oeuvre. Car même si la notion de service est, dans ces cas-là, prioritaire, la rentabilité de ces moulins ne doit pas être négligée afin de leur assurer un fonctionnement durable.

L'installation d'une unité de transformation des céréales n'est, en effet, pas seulement un problème technique (choix des matériels, choix des moteurs...). La réussite de l'opération dépend, aussi, en grande partie de facteurs économiques et sociaux. Les éléments de calcul économique exposés ici doivent donc impérativement être pris en compte, par les artisans prestataires de services désireux d'installer un moulin, comme par les communautés villageoises.

Dans l'optique d'un développement auto-entretenu, un choix judicieux des villages d'implantation est donc indispensable. Que l'investissement initial soit un prêt, ou en partie un don, le fonctionnement, l'entretien, le remplacement sont à la charge des communautés bénéficiaires. Des investissements qui se révéleraient non rentables ne seraient qu'une charge supplémentaire pour les femmes que l'on veut aider.

S'il se révèle impossible d'installer un moulin motorisé, les moulins à traction animale constituent une solution technique moins coûteuse.

## L'INSTALLATION D'UN MOULIN VILLAGEOIS MOTORISÉ: DES ÉTUDES PRÉALABLES INDISPENSABLES

### LE CHOIX DU VILLAGE: DES CRITÈRES ÉCONOMIQUES ET SOCIAUX

Les critères de choix d'un village dépendent prioritairement des réponses aux deux questions suivantes:

- les apports céréaliers sont-ils quantitativement suffisants pour garantir un fonctionnement satisfaisant du moulin ?
- les facteurs humains, sociaux et économiques sont-ils susceptibles de faciliter l'insertion et la pérennité de l'unité de transformation ?

Seuls les résultats d'une enquête socio-économique dans le milieu permet d'y répondre avec certitude.

### UN APPROVISIONNEMENT EN CÉRÉALES SUFFISANT

Une production céréalère importante dans la microrégion d'implantation est une condition sine qua non à toute installation de moulin à moteur.

Les régions chroniquement déficitaires en céréales ne se prêtent pas à un programme d'installation de moulins motorisés. Si, en saison normale, ces moulins ne fonctionnent déjà que sur de brèves périodes, en période de sécheresse, il devient très difficile de continuer à les

faire tourner. Ainsi, d'après W.A. Herzog (1987), en 1984, dans la région de Fada N'gourma au Burkina Faso, le volume de mouture des moulins villageois mis en place dans le cadre de projets de la FAO a diminué de 45% par rapport à une période normale. Au Mali, les moulins de Dioila et de Diorosso ont subi une baisse de 50% environ de leurs approvisionnements.

Dans ces zones, des alternatives techniques moins coûteuses peuvent être proposées.

La dégradation constante des facteurs climatiques dans les zones sahéliennes est à prendre en compte dans l'estimation des seuils. Il faut donc prévoir une augmentation de la taille minimale des villages où des moulins motorisés peuvent être implantés:

\*Voir p 103

En revanche, les zones habituellement excédentaires en céréales peuvent bénéficier d'un programme d'installation de moulins motorisés, pourvu que les critères suivants soient également remplis.

**Les cultures prédominantes dans la région doivent être les céréales.** Ainsi, une zone où poussent à la fois du riz et des légumineuses n'est pas favorable. Les apports céréaliers ne peuvent pas assurer un fonctionnement continu aux unités de mouture.

**L'organisation de la production agricole dans la région peut remettre en question un programme d'installation de moulins.** C'est le cas des régions où la plupart des ménages se déplacent dans des "hameaux de culture" pendant la saison des pluies. Les femmes ne vont pas faire le voyage des lieux de culture au moulin tous les jours pour moudre les céréales.

Il est plus judicieux de former les femmes au "traitement des céréales par voie sèche" qui permet de conserver la farine plus longtemps. L'installation de petites unités de décortilage et de mouture où les femmes peuvent venir traiter de plus grandes quantités de grains à la fois se conçoit alors mieux.

Les habitudes alimentaires d'une région sont à prendre en compte. Dans les régions où l'on consomme le mil simplement décortiqué, il est bien évident que l'opération qui demande à être mécanisée est le décortilage et non pas la mouture. D'ailleurs, maintenant que des solutions techniques à petite échelle existent pour le décortilage, il semblerait nécessaire que les programmes d'installation d'unités de transformation soient plus axés sur cette opération la plus pénible pour les femmes.

L'absence d'un autre moulin dans le village est aussi à vérifier. La présence de deux moulins dans le même village ne se justifie pas tant que l'un des deux peut suffire à la demande. Un autre moulin réduit l'apport en céréales, et compromet la viabilité économique des deux unités.

Les disponibilités monétaires des femmes sont un des facteurs prédominants qui guident le choix d'une implantation. Car ce sont les femmes qui paient pour l'usinage des céréales.

La taille du village d'implantation, sa position par rapport aux villages limitrophes, la densité de peuplement des environs, ainsi que la présence d'un marché qui draine la population environnante sont des éléments déterminants pour assurer des apports céréaliers suffisants.

La détermination du seuil de population sera fonction du coût de l'investissement initial et de la nature du plan d'amortissement ou de remboursement de prêts contractés.

Ces critères économiques, pour importants qu'ils soient, ne sont pas suffisants pour assurer une installation viable. Ils font partie d'un ensemble de facteurs à considérer globalement.

### UN MILIEU D'ACCUEIL STRUCTURÉ ET REPRÉSENTATIF

Pour une réelle appropriation de l'unité par les utilisateurs, seule garante de la pérennité de l'unité de transformation, plusieurs conditions doivent être remplies.

Le milieu d'accueil doit être structuré. Il doit notamment exister préalablement un groupe de femmes ayant d'importantes capacités d'organisation. Ce groupe doit avoir, de préférence, une expérience de travail en commun ou de réalisations collectives. La gestion d'un moulin demande, en effet, une organisation assez poussée pour être viable.

Femmes et hommes doivent trouver un intérêt réel dans l'unité de transformation. Ils doivent formuler une demande clairement exprimée, ayant valeur d'engagement, même si cela doit retarder l'exécution du projet.

Demander une participation financière aux bénéficiaires peut être un moyen de mesurer l'intérêt porté au projet. Au Sénégal, les groupements de femmes ont été sollicités financièrement pour l'installation de moulins à traction animale. Pendant une longue période, la somme nécessaire n'a pas été réunie. Mais lorsque les femmes ont compris l'intérêt du projet, il leur a suffi alors de très peu de temps pour rassembler l'argent.

Le milieu d'accueil doit être représentatif du village. Une unité gérée par un groupement qui ne représente qu'une infime minorité de femmes risque d'être génératrice de conflits.

### L'ENQUÊTE PARTICIPATIVE: UNE SENSIBILISATION RÉCIPROQUE

Avant d'installer une unité de transformation des céréales, qu'elle soit à l'initiative des femmes, ou d'un programme centralisé, une enquête approfondie dans le milieu d'accueil s'impose.

Cette enquête a pour but d'imprégner l'encadrement des réalités du milieu, d'analyser les ressources, l'organisation et le mode de vie du village. C'est seulement à l'issue de cette enquête qu'il sera possible de dire si le village se prête à l'installation d'une unité collective de traitement des céréales. Plusieurs points sont à vérifier.

- **La structure organisationnelle du village:** les différents types de groupements féminins existants, traditionnels et modernes, et leurs activités seront étudiés. Les personnes concernées par ces groupements seront répertoriées. Ceci permet de vérifier la bonne représentativité du milieu d'accueil de l'unité.
- **L'identification avec les femmes du type d'unité à mettre en place,** en fonction des critères économiques, de la somme que les femmes peuvent consacrer à l'usinage des céréales, et de leur demande technique. Vaut-il mieux une unité de décortiquage et de mouture, ou une seule des deux opérations, des équipements motorisés ou utilisant une énergie alternative ? Jusqu'ici, ce sont surtout des moulins motorisés qui ont été diffusés, mais aujourd'hui, il existe des solutions techniques plus nombreuses, en particulier pour le décortiquage du mil et du sorgho, qui autorisent un véritable choix du matériel.

- **Le choix du site destiné à la construction de l'abri en concertation avec les hommes et les femmes du village.** On préférera un site central, à côté du marché ou de tout autre lieu de rassemblement des femmes du village et des alentours.
- **Le recensement des autres opérations de développement en cours** pour déterminer si le programme moulin peut s'articuler autour de l'une d'elles.
- **Le recensement des ressources humaines, et en particulier du type d'encadrement existant et de son degré d'intégration dans la population, des personnes lettrées ou alphabétisées dans le village, des mécaniciens réparateurs du village et de leur degré de compétence.**

Au cours de l'enquête, on sensibilisera tout le village au fonctionnement et à la gestion d'une unité économique complexe comme le moulin villageois.

### **CALCULS DE RENTABILITÉ: S'ASSURER DE LA VIABILITÉ ÉCONOMIQUE DU MOULIN**

On a vu trop souvent des moulins installés dans des villages sans qu'aucun calcul économique n'ait été fait. Même si des préoccupations sociales interviennent dans la décision, **il faut, avant d'acheter le moulin, s'assurer qu'il pourra fonctionner, être entretenu, être remplacé dans son milieu.**

Sans cette réflexion préalable, les surcoûts de fonctionnement devront être supportés par la communauté "bénéficiaire". Le moulin risque alors de s'arrêter rapidement, et le projet n'aura eu qu'un effet démobilisateur négatif sur le groupe.

On trouvera ici des éléments de calcul pour que chacun puisse, avec les données de sa région, déterminer s'il est possible d'installer un moulin, et si oui, de quel type.

### **CALCUL DES COÛTS: INSTALLATION ET FONCTIONNEMENT**

L'achat du moulin, son entretien et son remplacement lorsqu'il est hors d'usage sont les trois postes de dépenses à prévoir. Il ne faut négliger aucun de ces facteurs si l'on veut assurer la continuité de l'action entreprise.

Les éléments suivants (fig.29) sont donnés pour que chacun puisse faire les calculs adaptés à son cas particulier. Les prix du gazole, les coûts de transport varient en effet énormément en fonction des situations particulières.



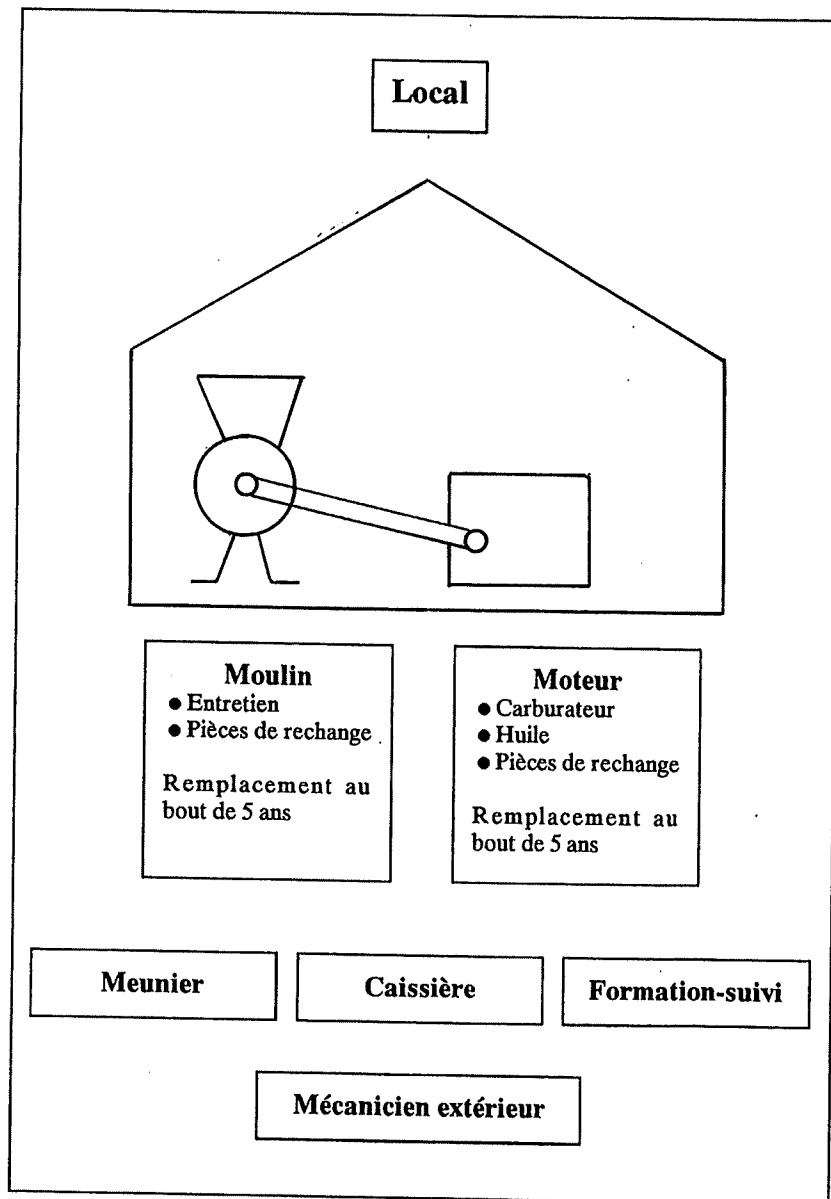


Figure 29: éléments de calcul des coûts

### Amortissement des investissements, remboursement d'un emprunt

Après un certain temps de fonctionnement, un équipement est hors d'usage et il faut le remplacer. On considère généralement qu'un bâtiment a une durée de vie de dix ans, un moteur une durée de vie de cinq ans, un moulin une durée de vie de cinq à dix ans.

Si la communauté s'équipe avec de l'argent qu'elle a en réserve, au fur et à mesure du fonctionnement du moulin, elle devra reconstituer ces réserves, pour être capable de le remplacer le moment venu. C'est l'amortissement qui s'étale sur les années de durée de vie du moulin.

Si la communauté emprunte de l'argent pour s'équiper, il faudra prévoir, dans les comptes prévisionnels du moulin, le remboursement des échéances. Afin que celles-ci ne soient pas trop lourdes et trop difficiles à rembourser pour les villageois, l'emprunt doit courir sur la même durée que l'amortissement et non sur deux ou quatre ans comme c'est trop souvent le cas.

De plus, il est illusoire de penser que les villageois pourront à la fois rembourser l'emprunt et prévoir l'amortissement. Pour renouveler leur matériel, ils devront de nouveau faire appel à l'emprunt.

### Consommation de gazole

Selon les normes conventionnelles des constructeurs, la consommation de gazole peut être évaluée à 250 g/ch/h, c'est à dire 1 l/h pour une puissance réglée à 5 ch et une densité du gazole de 0,8.

Une série d'enquêtes, réalisées au Mali par la FAO lors de l'évaluation des programmes d'installation de moulins villageois, a donné une consommation spécifique moins élevée soit 0,77 l/h.

En fait, la consommation de carburant dépend beaucoup du meunier. Il doit surtout éviter de faire démarrer son moulin trop souvent car la consommation de carburant nécessaire au démarrage équivaut à celle utilisée pour la mouture de 3 kg de céréales. Aussi, doit-il fixer des heures de fonctionnement du moulin, en dehors desquelles il est impossible de venir faire moudre son grain. Cette mesure évite le fonctionnement "à vide" et les arrêts et démarrages trop fréquents.

### Consommation de lubrifiant

Selon les normes conventionnelles, on compte une vidange toutes les 150 h de fonctionnement. Ce qui représente une dépense de 7 l toutes les 150 h.

Dans la pratique courante (suivant l'enquête de la FAO), on effectue la vidange toutes les 300 h. Soit une consommation de 7 l toutes les 300 h.

### Pièces de rechange et entretien

#### Broyeur

- Affûtage des meules toutes les 60 h et remplacement au bout de 300 h
- Butée et embout d'arbre changés toutes les 300 h
- Coussinets changés toutes les 800 h
- Boulons serre-meules changés toutes les 300 h
- Courroie changée toutes les 800 h

#### Moteur

- Injecteur changé toutes les 1500 h
- Tuyaux carburant changés toutes les 500 h
- Segments de piston changés toutes les 1000 h
- Chemise pissoir, palier changés toutes les 6000 h

Pour tous ces postes de dépenses, il faut tenir compte des frais de transport de la personne qui va chercher le carburant, l'huile, les pièces. Ce coût peut grever le budget dans les zones rurales enclavées.

### Salaires liés au fonctionnement

Meunier : généralement, il est rétribué en fonction de l'activité (10% à 30% des recettes), avec un plafond.

Contrat d'entretien : le mécanicien spécialisé qui effectue les réparations est rétribué soit en fonction des recettes (5% des recettes), soit au forfait.

Coûts de formation et de suivi : c'est la participation des utilisateurs aux coûts engendrés par la formation (à la gestion, à l'entretien...), et à l'évaluation du fonctionnement.

Caissière : 5% des recettes, avec un plafond.

### **CALCUL DES RECETTES: LE PRIX DE LA MOUTURE**

Les recettes du moulin sont fournies par les clientes qui payent pour la mouture des céréales.

Le prix de la mouture doit être déterminé dès le démarrage de l'activité. Il faut décider au départ si le moulin doit être générateur de revenus (qui pourront être affectés à d'autres projets) ou être seulement un outil de service. Ce point devra être discuté lors des séances de sensibilisation. De l'option choisie dépendra le prix de la mouture.

Le prix de la mouture d'un kg de farine est délicat à fixer. Il ne dépend pas seulement des responsables du moulin, mais aussi des possibilités de paiement des populations au pouvoir d'achat souvent faible.

Le prix choisi détermine donc la population utilisatrice. Si le moulin est trop cher, peu de gens l'utilisent. S'il est peu cher, beaucoup y viennent. En effet, les femmes ne sont pas prêtes à payer n'importe quel prix pour utiliser les services du moulin.

De fait, en dehors des préoccupations sociales, il est économiquement plus intéressant d'avoir un moulin qui fonctionne beaucoup qu'un moulin qui fonctionne peu. Un compromis est à trouver pour fixer le prix. En 1986, il tournait autour de 15 F CFA/kg de grain moulu en zone rurale sahélienne.

### EXEMPLE DE CALCUL DES COÛTS STANDARD: SEUIL MINIMAL DE POPULATION

Cet exemple est repris de l'enquête de la FAO sur les moulins villageois au Mali effectuée en 1984 (W.A. Herzog).

#### Investissement

Moteur ANYL 8 ch    Broyeur HUNT 1A  
636 560 F CFA, à amortir sur 5 ans (à noter qu'en 1987 le prix atteint environ 800 000 F CFA)

Bâtiment  
60 000 F CFA à amortir sur 10 ans

#### Fonctionnement

##### Gazole

- norme conventionnelle 1 l/h soit 252 F CFA/h (hyp.N)
- pratique courante 0.77 l/h soit 194 F CFA/h (hyp.P)

##### Lubrifiant

- norme conventionnelle 7 l (4900 F CFA) par 150 h (hyp.N)
- pratique courante 7 l (4900 F CFA) par 300 h (hyp.P)

##### Pièces de rechange

- meules : 17 000 F CFA, retailage 1400 F CFA
- butée embout d'arbre 3000 F CFA
- coussinets 3000 F CFA
- boulons serre meules 1200 F CFA
- courroie 14 000 F CFA
- injecteur 5500 F CFA
- tuyaux carburant 3000 F CFA
- segments piston 25000 F CFA
- chemise pissoir, palier 100 000 F CFA

Salaire du meunier  
10% de la recette plafonné à 10 000 F CFA/mois

Contrat d'entretien  
3000 F CFA/mois

Coûts de formation et de suivi  
3000 F CFA/mois

Le tableau 10 récapitule les coûts horaires du carburant, du lubrifiant et des pièces de rechange.

	Hypothèse N	Hypothèse P
Carburant	252	194
Lubrifiant	32	16
Pièces de rechange moteur	51	51
	166	166
Pièces de rechange broyeur	115	115
Hypothèse N : selon les normes des constructeurs		
Hypothèse P : selon une enquête réalisée par la FAO sur le programme d'installation de moulins villageois		

Tableau 10: récapitulation des coûts horaires en F CFA

On estime, dans le cas présenté ici, à 100 kg de grains par heure le débit du moulin avec deux passages des céréales. Le tableau 11 établit les recettes / dépenses d'un moulin pour lequel le prix payé pour la mouture serait de 15 F CFA/kg, suivant différentes hypothèses de fonctionnement : 15, 20, 30, 50 et 60 t par an. On a également calculé, dans ces hypothèses, le coût de revient de la mouture.

Durée annuelle utilisation Production annuelle	150 h 15 t	200 h 20 t	300 h 30 t	500 h 50 t	600 h 60 t
Amortissements en : 10 ans pour le bâtiment et 5 ans pour le moulin et le moteur	133	133	133	133	133
Consommation (moyenne normes constructeurs / observations FAO) (gazole lubrifiants pièces)	61	82	124	206	247
Salaires :					
meunier	22	30	45	75	90
caissière	11	15	22	37	45
entretien	36	36	36	36	36
formation	30	30	30	30	30
Total	99	111	133	178	201
<b>COÛT TOTAL</b>	<b>293</b>	<b>326</b>	<b>390</b>	<b>517</b>	<b>571</b>
Coût de revient du kilo de mouture (F)	19,5	16,3	13	10,3	9,5
Recettes (à 15 F/kg)	225	300	450	750	900
<b>RÉSULTAT</b>	<b>-68</b>	<b>-26</b>	<b>+60</b>	<b>+233</b>	<b>+329</b>
	Moulins non rentables				

Tableau 11: calcul des coûts standard sur un an en milliers de francs CFA

Il apparaît clairement que plus le moulin moule de grains, plus il est rentable. Au-dessous de 30 t par an, le prix payé pour la mouture est inférieur à son prix de revient. Le moulin n'est donc pas économiquement rentable.

Encore s'agit-il ici de calcul des coûts standard, c'est-à-dire d'un cas "normal". Des conditions particulières peuvent rendre plus difficile encore la rentabilité d'un moulin :

- hausse importante du prix des équipements,
- prix du gazole plus élevé,
- éloignement de centres d'achat de gas oil et de pièces détachées. Le coût du transport de la personne chargée de ces approvisionnements est à rajouter dans les comptes prévisionnels du moulin;
- arrêts/démarrages trop fréquents du moteur;
- pannes trop fréquentes, entraînant de longues périodes d'inutilisation du moulin;
- spéculation sur les pièces de rechange : lorsque les pièces de rechange deviennent rares (meules, par exemple), leur prix augmente considérablement;
- emprunt de la communauté pour l'achat de l'équipement. Si le groupe contracte un emprunt, le remboursement doit être prévu dans les comptes prévisionnels du moulin. Plus court est le terme de l'emprunt, plus les échéances sont chères à payer, plus le moulin doit dégager de recettes, et plus il doit recevoir de grains à moudre.

En fin de compte, il n'apparaît pas rentable économiquement d'installer un moulin motorisé dans de trop petits villages. Le tableau 12 précise le seuil de population à atteindre, sachant que toutes les femmes n'ont pas assez d'argent pour apporter leurs céréales à moudre. On considère en général que 20 à 30% des femmes utilisent les services du moulin (ceci en 1986, pour un prix de mouture de 15 F CFA/kg, et en dehors des grandes villes). Ce chiffre varie, notamment en fonction du degré de monétarisation de l'économie paysanne de la région.

Production annuelle	15 t	20 t	30 t	50 t	60 t
Durée quotidienne de fonctionnement (300 j/an) (1)	30 mn/j	40 mn/j	1 h/j	1,6 h/j	2 h/j
Nombre de femmes utilisatrices (hypothèse : 3,6 kg par femme et par jour)	14	19	29	48	57
Population bénéficiaire (hypothèse : 1 femme pour 12 pers)	168	228	348	576	684
Population du village correspondant (1)	840	1140	1740	2880	3420
(1) On estime la durée de fonctionnement d'un moulin à moteur à 300 j/an compte tenu des pannes, non compris les temps d'arrêt entre clients					

Tableau 12: seuil de rentabilité d'un moulin motorisé

Le coût mensuel correspondant par femme (1300 F CFA environ) donne une idée des ménages qui peuvent se permettre cette dépense.

La FAO considère généralement que le seuil minimal de population est de 1200 habitants pour le village d'implantation du moulin, avec une population d'environ 500 habitants dans la zone de drainage, pour rentabiliser un moulin motorisé (investissement de 800 000 à 1 000 000 F CFA, et prix de mouture de 15 F CFA/kg).

Il faut cependant relativiser ce chiffre. Il ne s'agit que d'une situation moyenne qui varie en fonction de :

- l'intégration de l'économie monétaire dans la région : dans certains cas, comme dans les zones prospères, les femmes sont prêtes à payer plus cher pour la mouture. Le prix au moulin peut alors être plus élevé et moins importante la quantité de grains à moudre nécessaire pour le rentabiliser (il ne faut cependant pas qu'un moulin privé pratiquant un prix plus bas soit installé à proximité).
- de la cohésion du groupe social concerné: dans certains cas les femmes ont choisi de compléter la caisse du groupement par

des journées de travail collectif. Le prix de la mouture reste alors raisonnable pour des quantités traitées plus faibles.

### LA VIABILITÉ D'UN MOULIN A TRACTION ANIMALE

Lorsque le village n'est pas en mesure de rentabiliser un moulin motorisé, il est possible de faire appel à des technologies moins coûteuses, comme le moulin à traction animale.

L'intérêt du moulin à traction animale apparaît triple:

- de petits apports céréaliers suffisent à le rentabiliser, ce qui permet son installation dans de plus petits villages que ceux nécessaires aux moulins motorisés;
- le moindre coût de revient de la mouture la rend accessible à un plus grand nombre de femmes.
- il fonctionne avec une source d'énergie disponible sur place (l'animal), ce qui lui assure une plus grande indépendance vis-à-vis de l'extérieur (surtout dans le cas de villages isolés).

#### Calcul des coûts standard d'un moulin à traction animale

Les coûts de revient se répartissent de la manière suivante (d'après ENDA, chiffres datant de mai 1986).

##### Investissement

Le calcul du coût d'investissement dépend du mode d'utilisation du moulin. Actuellement, dans tous les villages équipés, le système fonctionne avec plusieurs animaux. Chaque utilisatrice apporte le sien, utilisé par ailleurs pour d'autres tâches, ou elle en emprunte un. Dans ce cas, l'investissement initial ne comprend que le manège et le moulin, il est de 350 000 F CFA au total.

Si la communauté s'équipe avec ses fonds propres et prévoit à terme le remplacement de l'installation sans avoir recours à l'emprunt, il faut tenir compte de l'inflation dans les calculs de gestion du moulin. On peut retenir un taux d'inflation de 10% par an pour le manège et le

moulin qui ont une durée de vie de dix ans, et de 3% par an pour l'ouvrage en maçonnerie qui dure cinq ans.

Le tableau 13 récapitule les coûts à terme, ce qui conduit aux annuités d'amortissement données au tableau 14.

	Investissement		
	Initial	après 5ans	après 10 ans
moulin et manège	300 000	—	780 000
ouvrage maçonnerie	50 000	58 000	67 000

Tableau 13: coût à terme du moulin à traction animale en F CFA

Annuités d'amortissement exprimées en F CFA	Années 1 à 5	Années 6 à 10
Moulin et manège	78 000	78 000
Ouvrage en maçonnerie	11 600	13 400
TOTAL	89 600	91 400
En fin d'année 5 : remplacement de l'ouvrage en maçonnerie seulement.		

Tableau 14: calcul des annuités d'amortissement

Pour le calcul des coûts standard, on prendra en compte la valeur moyenne sur dix ans des annuités d'investissement, soit 90 500 F CFA/an

#### Fonctionnement

A partir du fonctionnement des premiers systèmes installés au Sénégal, on peut estimer les coûts d'entretien et de réparations (tab.15):

		Années 1 à 5	Années 6 à 10
Remplacement des meules tous les cinq ans	F CFA	5 800	9 300
Remplacement du pneu tous les trois ans	F CFA	1 700	1 900
Remplacement du kit de chaîne tous les cinq ans	F CFA	10 000	12 000
Divers entretiens (graissage, ...)	F CFA	5 000	6 000
TOTAL	F CFA	22 500	29 200

Tableau 15: coûts de fonctionnement

#### Remarque:

On a tenu compte également d'un taux d'inflation pour calculer le prix des différentes pièces au bout de plusieurs années. Par ailleurs, l'hypothèse retenue est celle d'un fonctionnement de 6h/jour. Les coûts sont à modifier proportionnellement pour des durées d'utilisation différentes.

Dans ces conditions, le tableau 16 récapitule les coûts standard d'un moulin à traction animale en fonction de la durée d'utilisation du moulin, et de l'animal utilisé (âne ou cheval).

#### Remarque

Ces coûts sont établis pour un mode de fonctionnement où chacun apporte son animal. Dans le cas où un animal particulier est affecté au fonctionnement du moulin, les coûts de revient sont augmentés.

Animal :	Ane			Cheval		
	4	6	8	4	6	8
Durée quotidienne de fonctionnement en heure/jour	4	6	8	4	6	8
Nbre de femmes utilisatrices (hyp : 3,5 kg/femme/jour)	11	17	22	20	30	41
Débit annuel en tonnes (hyp 330 j fonct. par an)	13,2	19,8	26,4	23,7	35,6	47,5
Coût de revient par femme/mois	840	590	460	470	320	250
Coût de revient par femme/mois hors amortissement	155	125	116	85	70	65
Population bénéficiaire (1 femme = 12 pers.)	132	204	264	240	360	492

Tableau 16: calcul des coûts standard d'un moulin à traction animale

### Rentabilité d'un moulin à traction animale

Que peut-on tirer des résultats précédents ?

On doit noter que le moulin à traction animale conduit à des coûts de revient du kg moulu beaucoup plus faibles que le moulin à moteur dans le cas de petits apports céréaliers. Il sera donc beaucoup plus facile à rentabiliser dans de petits villages.

Ces deux types d'appareils ne sont pas en concurrence. Ils correspondent chacun à des types spécifiques de village. Dans la tranche de 200 à 1400 habitants, le moulin à moteur n'est pas rentable. Selon ENDA, on peut envisager l'équipement en moulin à manège par tranche ou quartier de 300 habitants environ.

### Mode de financement du moulin à traction animale

Dans plusieurs villages enquêtés au Sénégal, et au vu d'autres expériences de technologie villageoise, les femmes indiquent qu'elles peuvent payer sans trop de difficultés une somme de 100 à 200F CFA/mois pour l'allègement de leur travail. A noter que ce tarif est établi par mois et non par jour étant donné les difficultés rencontrées pour déboursier de l'argent quotidiennement.

Le tableau 17 montre que cette cotisation ne peut couvrir que les frais de fonctionnement du moulin.

Animal :	Ane			Cheval		
	4	6	8	4	6	8
Débit horaire : durée quot. d'ut. (heure/jour)	4	6	8	4	6	8
Annuités d'amort. (moyenne sur 10 ans)	90 500	90 500	90 500	90 500	90 500	90 500
Coût annuel de fonctionn <sup>1</sup> (moyenne sur 10 ans)	21 000	26 000	31 000	21 000	26 000	31 000
Coût de revient du kg moulu (1) en F par kilo	8,4	5,9	4,6	7,7	3,3	2,6

(1) On considère un taux d'utilisation de 330 jours par an (contre 300 jours par an pour les moulins à moteur), étant donné la moindre fréquence des pannes.

Tableau 17: coût de revient de la mouture

Les femmes estiment pouvoir effectuer ces versements sans difficultés alors qu'elles ne sont pas favorables à des cotisations plus élevées pouvant couvrir l'amortissement et préfèrent un autre mode de financement.

- Elles soulignent la nécessité de ne pas immobiliser un capital important eu égard à leurs faibles capacités d'investissement et à leurs besoins monétaires.

- Elles font remarquer que, étant donné l'intérêt du moulin à manège, son acquisition motivera suffisamment le village pour rechercher un moyen de financer son remplacement : cotisation exceptionnelle (il est souvent plus facile pour elles de payer exceptionnellement une forte somme que régulièrement une petite), sollicitation des membres du village à hauts revenus, demande de financement à des organismes publics ou privés.

Encore faut-il s'assurer que ce mode de financement est possible, compte tenu du coût de l'équipement. Dans le cas du moulin à moteur, le recours à la mise en réserve d'argent est indispensable. Il est peu réaliste de penser qu'une cotisation exceptionnelle permettra d'acheter un nouveau moulin. Dans le cas du moulin à traction animale, tout dépend des possibilités financières du groupement.

Par contre, lorsque le groupement a suffisamment d'expérience, il est possible de réinvestir l'argent correspondant à l'amortissement dans d'autres activités productives. Ceci permet d'éviter l'immobilisation de l'argent, mais nécessite expérience et précautions : il faut être capable de le récupérer au moment où il faut racheter un nouveau moulin !

Dans la première phase de diffusion du moulin à traction animale, ENDA a choisi de subventionner à 85% l'installation dans les villages des zones non encore équipées. La cotisation de 100 à 200 F CFA versée par les femmes utilisatrices dans la caisse du groupement ne couvre ensuite que les frais de fonctionnement. Dans les zones où ce moulin commence à être connu, la diffusion doit s'effectuer à l'initiative de l'artisan.

### L'INSTALLATION D'UNE UNITÉ COMPLÈTE DE TRAITEMENT DES CÉRÉALES

Il est également possible d'installer, dans des villages suffisamment importants, une unité complète de traitement des céréales, avec un décortiqueur et un moulin qui peuvent fonctionner sur le même moteur, ce qui réduit l'investissement. A titre indicatif, en 1987, le décortiqueur CRDI/PRL/RIIC commercialisé en Gambie par un artisan coûte 235 000 F CFA (moteur 3 ch). Pour le moment, il n'existe pas de données économiques sur une période suffisamment longue pour pouvoir faire un "calcul de seuil de rentabilité" fiable comme pour les moulins.

## LES NÉCESSITÉS TECHNIQUES

### UN LOCAL POUR ABRITER LE MOULIN

Le moulin doit être installé dans un local pour être abrité des intempéries (sable, pluie...). L'abri peut être en parpaings, en banco ou en paille selon les disponibilités.

Le local doit avant tout être bien aéré, et ne pas accumuler la chaleur. Cette chaleur, pénible pour le meunier et les femmes qui attendent, est aussi préjudiciable au moteur s'il est équipé d'un refroidissement par air.

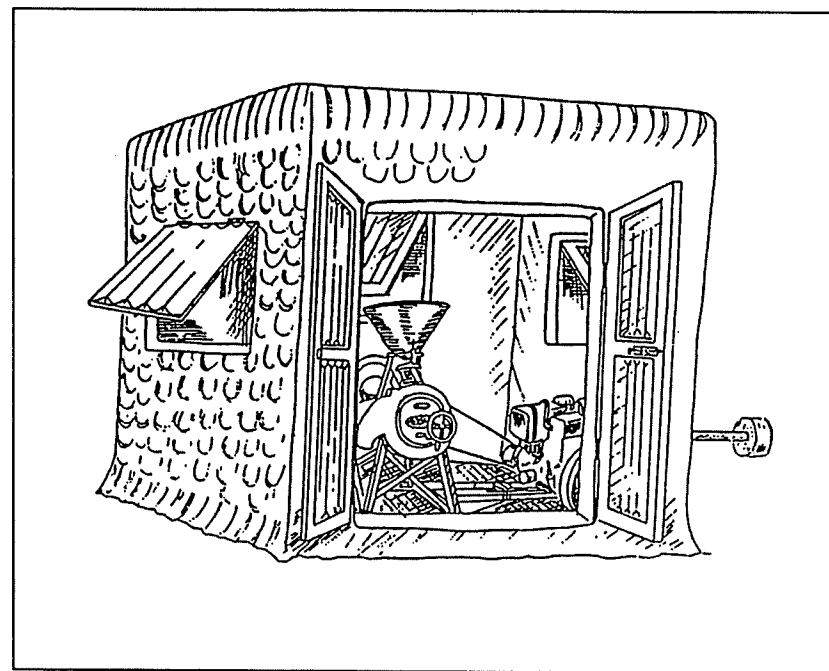


Figure 30: l'abri du moulin (source UNCC Niger, Education coopérative, livret 19)



L'évacuation des gaz d'échappement peut se faire par des trous dans la construction, ou par un tuyau d'échappement relié à l'extérieur. Il faut vérifier lors de la construction que les courants d'air ne passent pas par l'endroit prévu pour déposer les plats de grains ou de farine en attente.

Le local devra être assez grand pour que le meunier puisse s'y déplacer aisément, stocker des sacs de grains, des pièces détachées et du carburant. Les dimensions minimales semblent être 3m50 x 4m50.

L'emplacement du local est souvent choisi en fonction de considérations pratiques : facilité d'accès aux moyens de transport et aux utilisatrices, proximité d'une coopérative ou des personnes chargées du fonctionnement du moulin...

La figure 30 donne un exemple de construction de local.

### UNE INSTALLATION FIABLE DU MOULIN ET DE SON MOTEUR

Le moulin et le moteur doivent avoir des poulies compatibles (toutes deux plates ou toutes deux trapézoïdales). Les poulies du moulin et du moteur doivent rester en permanence alignées. Pour maintenir cet alignement, il est souhaitable d'avoir un châssis mécano-soudé, support commun au moteur et au moulin. On peut le faire exécuter par un artisan soudeur. Il faut ménager la possibilité de réglage de la tension des courroies par translation du socle du moteur dans la direction des courroies et de réglage de l'alignement des poulies par translation latérale du moteur (fig.31).

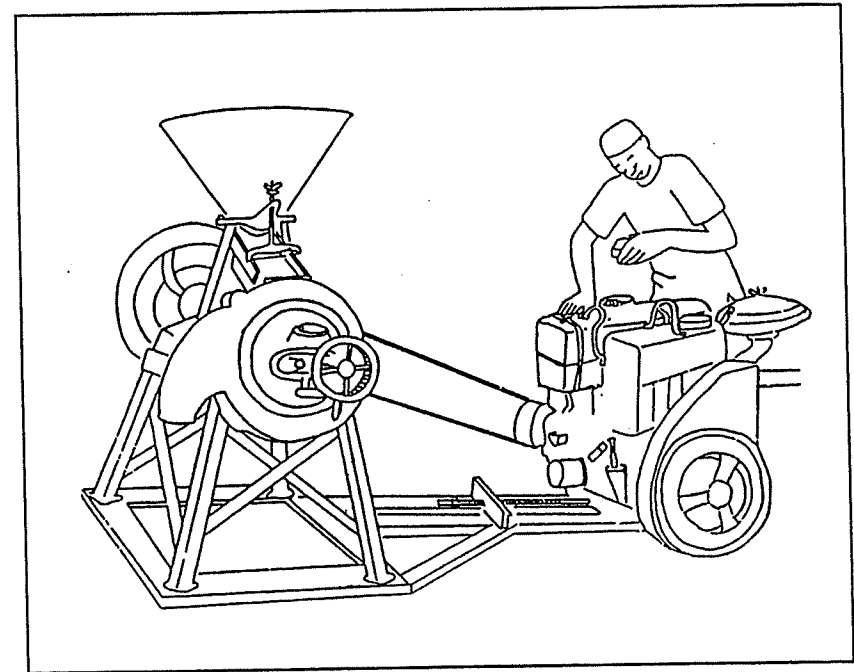
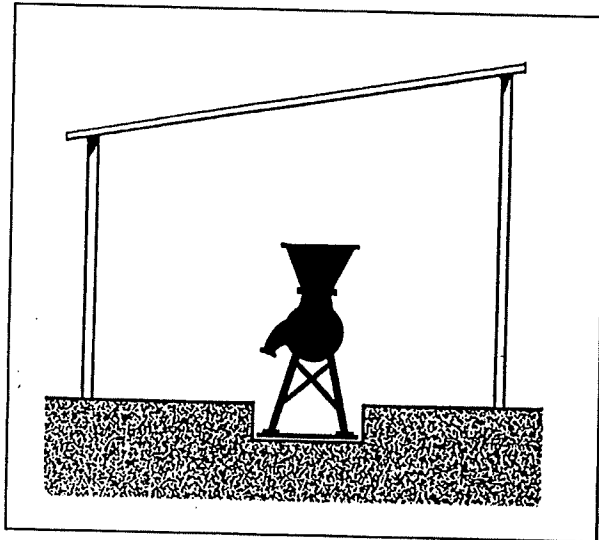


Figure 31: le châssis du moulin (source UNCC Niger, Education coopérative, livret 19)

Pour éviter les vibrations, il existe deux systèmes.

Le premier consiste à placer le moulin et son châssis dans une petite fosse d'environ 15 cm de profondeur, de même dimension que le châssis, puis à reboucher la fosse avec du sable ou de la terre pour mieux amortir les vibrations (fig.32). Cette solution a l'avantage d'être très peu chère.

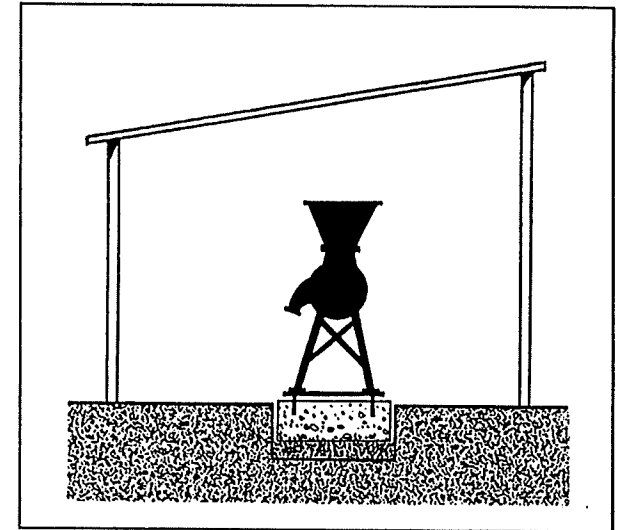
Figure 32:  
fixation du  
moulin au  
sol dans la  
terre  
battue  
(UNICEF)



Le second, plus coûteux, consiste à fixer la base du châssis sur une dalle bétonnée posée sur un lit de graviers. La qualité du béton est alors déterminante : si elle est mauvaise, la dalle finit par se fissurer et les vibrations reprennent (fig.33).

Certains moulins sont livrés avec de grosses rondelles de caoutchouc ("silent blocks") sur lesquelles est posé le châssis. Ces rondelles sont indispensables pour amortir les vibrations et doivent toujours être présentes mais la réalisation d'une fosse bétonnée constitue la meilleure solution et n'est pas un luxe.

Figure 33:  
fixation du  
moulin au  
sol sur une  
dalle (AFVP)



### UN ENTRETIEN SUIVI

L'entretien quotidien du moulin et de son moteur est à la charge du meunier qui doit être formé à cette tâche. Mais pour assurer le bon fonctionnement de l'unité, l'assistance technique d'un mécanicien spécialement formé à cet effet est indispensable. Il assure régulièrement un contrôle complet de l'unité et effectue les réglages nécessaires. En cas de panne, il fait les réparations.

Nous reproduisons en annexe le détail des opérations à effectuer pour l'entretien du moulin et de son moteur (d'après ENDA et l'UNICEF).

## LA GESTION DU MOULIN PAR UN GROUPEMENT

Il ne suffit pas d'installer un moulin en veillant à sa viabilité économique pour assurer définitivement sa pérennité. Pour perdurer, son fonctionnement nécessite, en effet, un mode d'organisation du groupe autour du moulin qui permette une saine gestion de l'unité.

Combien de moulins ont cessé de tourner après des détournements d'argent, ou par imprévision du coût de l'entretien ? On trouvera ici des éléments de réflexion pour organiser la gestion du moulin. Ces recommandations s'inspirent des ouvrages de W.A. Herzog (FAO) et des expériences de l'ENDA. Cette organisation peut bien sûr varier en fonction de chaque situation. Il est indispensable, en tout cas, qu'elle soit discutée avec les femmes au cours de séances de sensibilisation et de formation.

### LE RÔLE DU COMITÉ DE GESTION CHOISI PAR LE GROUPEMENT

La gestion du moulin est déléguée par l'assemblée du groupement à un comité de gestion. Son rôle est de permettre la bonne marche de l'unité. C'est donc lui qui:

- établit le système de gestion,
- propose un mode de rétribution du meunier et du mécanicien,
- veille aux dépenses quotidiennes (carburant, lubrifiant...),
- contrôle l'entretien (appelle le mécanicien en cas de besoin),
- s'assure de l'utilisation des recettes conformément aux décisions de l'assemblée,

- est responsable de la gestion devant l'assemblée.

Le comité de gestion a aussi un rôle d'animation. Il sensibilise et forme les femmes à l'utilisation de l'unité aux heures établies, au nettoyage des céréales et au contrôle du taux d'humidité.

Le groupement, avec l'aide de l'encadrement, détermine les critères de choix des membres du comité de gestion et en fixe le nombre (de 8 à 12 personnes). Certaines précautions sont à prendre:

- les membres doivent avant tout être consciencieux, responsables, motivés, et avoir le sens du bien commun;
- les fonctions principales doivent être assurées, dans la mesure du possible, par des femmes pas trop jeunes, jouissant d'une certaine autorité dans le village, inspirant le respect à tous et toutes. Il est possible de les faire seconder par des femmes plus jeunes;
- une personne ne doit pas cumuler plusieurs postes;
- il semble préférable que chaque poste clé soit doublé (fonction d'adjointe) soit pour des raisons de contrôle, soit pour ne pas surcharger une personne par trop de travail;
- il est souhaitable, dans la mesure du possible, que la secrétaire et la trésorière soient lettrées ou alphabétisées. Faute de quoi elles ne pourront pas assurer une véritable gestion (prévision des recettes/dépenses, évaluation de la situation économique du moulin...), mais seulement une comptabilité au jour le jour;
- les hommes peuvent jouer le rôle de conseillers au comité de gestion. Dans la mesure du possible, il est souhaitable que les femmes gardent la maîtrise de la gestion du moulin.

### LES TACHES DES MEMBRES DU COMITÉ: DES FONCTIONS BIEN DÉFINIES

La présidente coordonne les activités (réunions, décisions sur l'affectation des fonds, participation...). Elle préside les réunions, signe la

correspondance, contresigne les autorisations de dépenses. La vice-présidente assiste la présidente et la remplace en cas de besoin.

**La trésorière** garde la caisse et effectue les mouvements de fonds, avec l'approbation de la présidente. Elle tient à jour les documents de gestion.

**La vice-trésorière**, assistée d'un (une) ou plusieurs commissaires aux comptes, vérifie les documents de la trésorière et l'aide dans ses fonctions de gestion.

**La secrétaire** assure les comptes rendus des réunions, enregistre les décisions (règlement intérieur notamment), initie les correspondances, remplace la vice-présidente en cas de besoin.

**La caissière** (de préférence une femme pas trop jeune) encaisse le prix de la mouture (en nature ou en espèces), délivre éventuellement les tickets à remettre au meunier. Elle remplit les fiches de recettes journalières, et fait le bilan toutes les semaines avec la trésorière.

Deux solutions apparaissent comme intéressantes d'après les expériences menées sur le terrain. Soit on choisit une ou deux vendeuses qui sont rémunérées selon un pourcentage des encaissements préétabli. Soit chaque femme à tour de rôle assure la fonction de conditionneuse/vendeuse bénévole selon un programme fixé. Cette méthode a l'avantage de faire participer toutes les femmes du village mais requiert une organisation plus importante.

**Le responsable des approvisionnements / entretien** approvisionne l'unité en carburant et en lubrifiant et veille à l'entretien ou à la réparation du moulin. Il appelle éventuellement le mécanicien.

**Le règlement intérieur** est laissé à l'initiative de chaque groupement. Il est discuté en assemblée générale, élaboré par le comité de gestion, et approuvé par la communauté. Il doit préciser :

- **le prix du service** : il est fixé selon la nature du produit (céréales ou oléagineux si le moulin le permet), les charges d'exploitation, le tarif du marché et l'objectif du moulin (simple outil de service ou matériel générateur de revenus),
- **les horaires de fonctionnement** en tenant compte des occupations des femmes,

- **le mode de paiement de la mouture en nature ou en espèces** (la seconde solution impliquant un système de gestion un peu plus complexe), à chaque passage des femmes (ce qui est le cas général) ou par cotisations mensuelles (système utilisé par les groupements encadrés par ENDA pour les moulins à traction animale),
- **le taux de rétribution du meunier, du mécanicien, et éventuellement de la caissière** proportionnellement à la recette (10 à 30% pour le meunier, 5% pour la caissière). Ceci constitue une garantie de fonctionnement régulier du moulin et de l'attention qui lui est portée.

## LA COMPTABILITÉ: SIMPLE MAIS PRÉCISE

Le système de comptabilité doit permettre de garder une trace des mouvements de fonds et de produits de manière à contrôler le fonctionnement du moulin, à déterminer l'origine d'anomalies éventuelles et à assurer la gestion.

Il faut prévoir, au minimum, la tenue de quatre registres:

- **un livre journal** des réunions, discussions, décisions,
- **un cahier de caisse** (recettes/dépenses en caisse),
- **un cahier d'entretien et de réparations** (date, nature et coût),
- **un cahier de produits**, grains et farines (date, quantité et recette).

L'expérience prouve qu'un système de comptabilité plus fin doit être établi, pour réduire au minimum les possibilités de détournements de fonds, surtout que, dans la plupart des cas, les personnes qui s'occupent quotidiennement du moulin ne sont pas lettrées.

Il est donc préférable d'instaurer un outil de contrôle mutuel entre la caissière et le meunier. La caissière vend à la cliente des tickets de couleurs ou de dessins différents suivant la quantité de céréales à moudre. La cliente remet au meunier ses tickets, et le meunier est ensuite rétribué en fonction du nombre de tickets.

Ce système évite la manipulation de l'argent par le meunier et permet de contrôler que toutes les clientes ont bien payé (sinon, pendant les heures de pointe, certaines femmes peuvent profiter de la confusion pour ne pas payer).

Des fiches de recettes/dépenses simples, pouvant être remplies par des femmes illettrées avec des bâtons, après une courte formation, sont aussi à prévoir (fig.34). Chaque semaine la trésorière effectue le bilan avec la caissière et remplit des fiches hebdomadaires (voir en annexe les exemples de fiches).

Une fiche récapitulative mensuelle est à remplir par une personne lettrée qui peut être la trésorière, la secrétaire ou son adjointe ou toute autre personne du village ayant les compétences suffisantes.

Il est possible que les femmes aient du mal à identifier correctement les mois, notion occidentale difficile à comprendre étant donné le nombre variable de jours et de semaines par mois. On peut donc instaurer un système de quatre semaines. Une fois quatre fiches remplies, les femmes savent qu'il faut faire le bilan mensuel et entamer un nouveau jeu de fiches. Ce système a donné de bons résultats dans le cadre des programmes FAO au Burkina Faso.

MOULIN A MIL DE ..... Fiche sur laquelle on inscrit les recettes du jour.  
19 ..










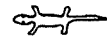
Mois 			100	50	25	10	5	TOTAL
Semaine								
								
								
								
								
								
								
								
TOTAL								

Figure 34: exemple de fiche recettes/dépenses

## LA GESTION : LE PILOTAGE DE L'UNITÉ

La gestion du moulin consiste à contrôler son fonctionnement économique, à répartir les recettes vers les différents postes et à modifier certains paramètres, comme le prix du kg moulu, si l'on constate un problème.

### CONTRÔLE DU FONCTIONNEMENT ÉCONOMIQUE

- Etablissement de fiches mensuelles de dépenses/recettes avec la caissière et la trésorière.
- Vérification des comptes.
- Calcul de la consommation journalière de carburant, de la recette journalière, et de la recette brute attendue par litre de gazole consommé.
- Comparaison de la recette brute par litre de gazole avec le standard (entre 0,77 l/100 kg et 1 l/100 kg pour un moteur de 5 ch). Un écart trop important est le signe d'un mauvais fonctionnement : démarrages et arrêts trop fréquents, fonctionnement à vide .....

### RÉPARTITION DES RECETTES

Les recettes nettes (qui sont égales aux recettes brutes moins les dépenses de carburant et de lubrifiant et les déplacements pour l'approvisionnement) sont à répartir selon les postes suivants :

- paiement des salaires,
- entretien, réparations,
- amortissement et/ou remboursement,
- bénéfice (éventuellement).

Selon les circonstances, cette répartition peut être effectuée en parts variables selon le poste, ou en proportions égales.

A titre indicatif, le programme de diffusion de moulins à mil du

Ministère du Développement Social du Sénégal recommande la répartition suivante : 50% pour l'amortissement, 30% pour l'entretien et les réparations, 20% pour le meunier.

Le choix du système dépendra de plusieurs facteurs, et particulièrement du montant de l'amortissement/remboursement et des particularités du milieu d'accueil.

L'avantage principal de la répartition des recettes nettes en parties égales est la simplicité du principe facilement compris et assimilé par les femmes.

Ses inconvénients majeurs sont sa rigidité et son manque d'adaptation aux spécificités des zones d'implantation. Il peut donc être fort loin des besoins économiques réels°.

Indépendamment du principe adopté, son efficacité et sa pertinence devraient être suivies et évaluées périodiquement pour y apporter des changements si cela s'avère nécessaire.

°Voir "la viabilité économique des moulins" p 103

### FINANCEMENT DES ÉQUIPEMENTS

Les modalités de financement varient en fonction des programmes. Certains découragent une politique de subvention tandis que d'autres l'encouragent. Que l'investissement initial soit un prêt ou en partie un don, il importe de définir clairement l'importance de la contrepartie villageoise, la période d'amortissement et/ou de remboursement des équipements et l'utilisation des éventuelles marges bénéficiaires.

L'importance de la contrepartie villageoise peut être un gage de l'intérêt que les groupes portent à l'unité. Elle doit comprendre au moins la main-d'oeuvre pour la construction de l'abri, et une participation financière de 20 ou 25% du prix d'achat des équipements.

De toute façon, on constate d'expérience que les installations données sans contrepartie ne fonctionnent pas longtemps. Les populations se désintéressent du fonctionnement de l'unité, se retournent vers les promoteurs du programme en cas de panne et ne s'approprient pas l'unité.

Le plan d'amortissement / remboursement dépend du lieu d'implantation de l'unité et de son prix d'achat. Ainsi, le remboursement d'une unité coûtant 800 000 F CFA peut être prévu sur 4 ans, alors qu'il faut 6 ans pour rembourser une unité plus coûteuse (1 200 000 F CFA) .

## GARDIENNAGE DE L'ARGENT

Les modalités précises varient en fonction des régions. On donnera ici quelques indications tirées de l'expérience.

La pratique d'enranger les bénéfices réalisés et les amortissements dans les villages ne semble pas adaptée, surtout s'il s'agit de sommes importantes.

L'argent est souvent gardé par les hommes, les femmes craignant les voleurs. Les hommes ont tendance, non seulement à garder les liquidités, mais aussi à contrôler leur destination. De plus, compte tenu de la pauvreté du milieu, le gardiennage de l'argent entraîne souvent des risques de prélèvements. Ceux-ci, bien que considérés comme temporaires, se soldent parfois par de véritables détournements, surtout si des contrôles périodiques ne sont pas effectués. Si les hommes gardent l'argent des femmes, les femmes peuvent conserver la clé de la caisse...

Au-delà des sommes nécessaires pour faire face aux dépenses courantes de fonctionnement des unités, il est souhaitable d'établir un compte bancaire ou un compte d'épargne. On y verse les annuités d'amortissement, ainsi que toute autre marge bénéficiaire importante.

## LA FORMATION DU MILIEU D'ACCUEIL

La formation du milieu d'accueil doit être un processus continu. Elle commence avant l'installation du moulin et fait ensuite partie des mesures d'accompagnement. Mais elle ne s'arrête pas une fois l'équipement mis en place. La formation à l'utilisation qui permet, une fois les premières difficultés surmontées, de passer à une réelle maîtrise est déterminante.

Souvent, c'est faute de cette formation continue indispensable que de petits programmes isolés d'installation de moulins échouent. Ainsi, les projets d'installation d'un moulin dans un village ont intérêt à s'informer d'un programme éventuel de plus grande envergure existant dans la région, et à profiter de leur infrastructure (films, personnel, contacts pour la formation...).

## UNE ANIMATION CONTINUE

L'animation du milieu d'accueil a plusieurs buts:

- sensibiliser les femmes à l'intérêt du moulin, aider les femmes à préciser leurs besoins (moulin à moteur, ou à traction animale, moulin seulement, décortiqueuse seulement, ou les deux machines), et à évaluer les ressources monétaires qu'elles devront dégager pour son utilisation, et les moyens à mettre en oeuvre pour se procurer cet argent,
- faire participer le maximum de femmes à l'organisation sociale liée au moulin : comité de gestion, entretien, approvisionnement en carburant et pièces détachées...
- sensibiliser les femmes à l'entretien que nécessite le moulin, au mode de préparation du grain qui y est lié (taux d'humidité, propreté...), aux heures d'ouverture du moulin.

Cette animation doit se poursuivre tout au long du programme, le niveau augmentant au fur et à mesure que les difficultés sont surmontées.

Il est possible d'avoir recours aux moyens audio-visuels comme supports pédagogiques de l'animation, car ils allient l'image au discours et donc aident à mieux fixer les idées que l'on essaie de véhiculer.

## DES SUPPORTS PÉDAGOGIQUES VARIÉS

Il existe plusieurs types de supports pédagogiques; on se bornera ici à en décrire trois: le diaporama, le film fixe et les images vignettes.

Dans les deux premiers cas, il s'agit d'une série d'images que l'on projette sur un écran, accompagnées de commentaires préparés à l'avance et enregistrés sur bande magnétique.

**Le diaporama** est conçu à partir d'une série de diapositives disposées sur un carrousel, avec une cassette préenregistrée.

**Le film fixe** est composé d'une série d'images rassemblées sur un seul film, que l'on projette sur un écran image par image. L'effet pour le spectateur est à peu près le même qu'une série de diapositives.

Actuellement, les deux systèmes existent : un diaporama a été développé au Niger dans le cadre d'un projet BIT/DANIDA°.

La Division Information de la FAO a réalisé plusieurs films fixes sur les moulins, à partir d'expériences menées au Burkina Faso (fig.35).

°BIT/DANIDA :  
Bureau  
International du  
travail, projet  
DANIDA.

### Fonctionnement et entretien du moulin à plaque (*Films fixes*)

Réalisé: Burkina Faso

Destiné: vulgarisateurs et meuniers

Contenu: l'entretien et la bonne utilisation des machines sont des éléments vitaux pour le bon fonctionnement d'un moulin. Ce programme en quatre parties montre l'entretien périodique des opérations à suivre tous les jours, semaines et trimestres.

Images: format simple - 131, 135

Langues: français, anglais

Pas de cassette

### La roue tourne

Réalisé: Burkina Faso

Destiné: femmes villageoises et agriculteurs

Contenu: le long pilage quotidien du grain est une réalité à laquelle aucune femme des régions rurales ne peut échapper. Pour se délivrer de cette lourde tâche, les femmes s'organisent pour financer un moulin villageois même avec des moyens limités. Les avantages à obtenir méritent tous les efforts. Ce film fixe vise à montrer comment ses sont effectués les efforts communs dans ce village africain rural.

Images: format simple

Langues: français, anglais

Cassette: français

Durée 23 mn

### Adresser les commandes à:

Section distribution et ventes

FAO

Via delle Terme di Caracalla

01 100 Rome

ITALIE

Prix: film fixe couleur et texte illustré:

\$ US 10,00

Copie supplémentaire du texte illustré:

\$ US 2,00

Texte enregistré sur cassette:

\$ US 12,00 la cassette

Figure 35: films fixes de la FAO



Bien que les deux systèmes soient en définitive assez semblables, le film fixe présente quelques avantages par rapport aux diapositives (d'après W.A Herzog, FAO) :

- l'ordre de la séquence ne risque pas d'être perturbé, et les images sont automatiquement bien disposées;
- la projection est plus facile et plus rapide, l'avance et le retour sont aussi plus aisés;
- la manipulation du projecteur et le rangement des films sont faciles;
- le projecteur et les films coûtent moins cher aux utilisateurs;
- les films peuvent être utilisés sur des projecteurs branchés sur de simples batteries (projecteur TMC par exemple);
- la couleur du film fixe se ternit moins vite que celle des diapositives.

Cependant, qu'il s'agisse d'un film fixe ou d'un diaporama, la réalisation de ces supports audio-visuels requiert des technologies complexes, une expérience poussée et le coût de la réalisation est élevé.

Leur utilisation réclame un équipement relativement cher et fragile, difficile et coûteux à réparer une fois en panne : un projecteur pour diapositives, un écran, un synchroniseur pour magnétophone à cassettes... Pour la projection d'un film fixe, on peut munir le projecteur de diapositives d'un dispositif spécial amovible. Mais un projecteur spécial pour film fixe (type TMC) est moins cher.

En outre, leur utilisation sur le terrain ne donne pas toujours les résultats escomptés si l'animateur accorde trop d'importance aux commentaires préenregistrés aux dépens du dialogue avec l'auditoire : les spectateurs, en situation de récepteurs d'images et de sons pendant la projection, ont souvent du mal à changer de rôle pour aborder une discussion par la suite. Bien qu'il soit très utile pour fixer les images, il n'en demeure pas moins que ce type de support audio-visuel se prête mieux à la sensibilisation initiale qu'à une véritable animation ou formation des groupes concernés.

Les images-vignettes sont réalisées en papier bristol ou en tissu, une couverture traditionnelle leur sert de support (fig.36).

Figure 36:  
série  
éducative

*Le Groupe de Recherche et de Réalisations pour le Développement Rural dans le Tiers-Monde (GRDR, 60 rue du Faubourg Poissonnière, 75010 Paris) diffuse un module pédagogique "initiation à la gestion". Ce module comprend des documents pour les formateurs, un jeu de livrets pour les stagiaires et les outils nécessaires à la mise en place des formations : figurines pour flanellographe, diapositives... Le module conçu pour la gestion d'une banque de céréales peut servir de base pour la conception d'une formation sur les moulins villageois.  
Prix: 2700 FF, port en sus*

Les vignettes sont accrochées à la couverture pour matérialiser des situations, sur lesquelles les participants peuvent réagir. Un tel outil pédagogique a été réalisé dans le cadre d'un projet financé par la FAO au Burkina Faso.

Ce mode d'expression se prête mieux à la participation des groupes, car il les met en situation didactique. Celle-ci est provoquée par une succession de questions posées aux groupes à partir de situations matérialisées par les images. La démarche pédagogique a pour but de mettre les groupes en situation d'auto-analyse : voir et réfléchir, pour les amener à agir.

Le matériel nécessaire est simple et peu coûteux. Il a en outre l'avantage de pouvoir être réalisé localement. Chaque programme/projet peut développer sa propre série éducative en fonction des réalités du milieu dans lequel il intervient et du type d'équipement choisi. Au premier abord, l'utilisation peut sembler complexe. En réalité, ces séries sont conçues pour pouvoir être scindées en plusieurs modules selon les sujets que l'on envisage de traiter.

Le degré d'approfondissement de chaque module varie en fonction de l'état d'avancement du programme, et du degré de participation du milieu concerné.

## L'INDISPENSABLE FORMATION A LA COMPTABILITÉ ET LA GESTION

La formation des membres du comité de gestion est un préalable indispensable à la bonne marche d'un projet. Par souci d'efficacité, cette formation doit être directe et discontinue. En outre, si l'on vise

à la prise en charge réelle par les femmes du contrôle du fonctionnement et de la gestion du moulin, cette formation doit :

- avoir lieu dans les villages concernés car il est très difficile aux jeunes femmes, surtout si elles sont mariées, de s'absenter du village pour des périodes prolongées. Or, ce sont ces femmes qui sont les plus à même d'assimiler ces notions nouvelles,
- toucher le plus grand nombre possible de femmes : le choix des membres du comité de gestion, surtout des adjointes, peut s'effectuer sur des critères de facilité d'assimilation de concepts, et pas seulement sur leur statut social dans le village (le poste "en titre" étant occupé, lui, par une personne influente). En outre, la formation d'un groupe élargi engendre des capacités accrues de roulement des fonctions, et un potentiel plus important de contrôle collectif,
- donner aux femmes rurales, dont la plupart sont analphabètes, des outils de travail simples et à leur portée et qu'elles peuvent maîtriser (série éducative où elles peuvent participer, fiches de tenue de caisse spécialement conçues pour analphabètes...).

## APPRENDRE A GÉRER

La formation à la gestion doit distinguer gestion et comptabilité. On tend souvent à confondre la gestion avec le remplissage systématique de fiches ou de cahiers de comptabilité. Or, la comptabilité n'est qu'un outil pour une bonne gestion.

Les cahiers de comptabilité ne servent qu'à connaître les recettes et les dépenses, afin de pouvoir réparer le moulin le moment venu, ou le remplacer. Les femmes devront comprendre ces notions et être convaincues de l'utilité de la gestion, pour ne pas la subir, mais y participer.

Il conviendra en particulier de prêter attention à la notion d'amortissement, à laquelle les femmes ne sont pas habituées : pour le remplacement des outils traditionnels, elles ont plutôt recours à une cotisation exceptionnelle, à un travail supplémentaire, qu'à la mise en réserve d'argent. L'argent mis en réserve est en effet perçu comme "de l'argent qui dort". Il faut, pendant les séances d'animation, faire passer l'idée que le moulin est un matériel trop cher pour que l'on puisse avoir recours à ce système.

Ainsi, la formation à la gestion prévisionnelle doit précéder la formation à la tenue des cahiers comptables, d'autant plus que les concepts à assimiler sont simples.

Par contre, la formation à la gestion analytique ne doit intervenir que plus tard, une fois que les concepts de la gestion prévisionnelle sont assimilés.

La formation à la gestion peut se dérouler suivant des séquences types décrites par W.A Herzog.

- Lors de la sensibilisation préalable, le rôle de chaque membre du comité de gestion, les tâches qui lui sont assignées, ainsi que les responsabilités de chacun à l'égard des autres membres du comité et de l'assemblée générale, sont expliquées avec soin, afin que tout le monde puisse bien comprendre en même temps l'importance de la notion de contrôle, individuel et collectif.
- Une formation spécifique de 4 à 5 jours est à prévoir lors de l'installation du moulin, mais avant sa mise en service. Cette formation comporte les points suivants :
  - un rappel rapide des notions développées lors de la première séance,
  - une formation à la gestion prévisionnelle : évaluation et définition du prix d'usinage, système des tickets d'usinage, explication des concepts de recettes (brutes et nettes), définition de la proportion des recettes à réserver aux différents postes (fonctionnement, salaires, réparations et entretien, amortissement et échéances en cas de crédit, bénéfices éventuels)
  - une formation aux problèmes d'approvisionnement, à l'intérêt de prévoir des stocks et de regrouper les achats, surtout lorsqu'il s'agit de villages éloignés des centres d'approvisionnement.

Le recours à des aides visuelles simples telles que les images-vignettes ou les livrets-images peut aider à fixer les idées. Les jeux de rôle auxquels se livrent les différentes participantes permettent de mieux assimiler les concepts clés et d'apprendre les gestes.

Les deux derniers jours de cette séance de formation seront consacrés à la présentation et à la prise de connaissance par les participantes des fiches comptables. On effectue aussi des exercices pratiques de remplissage des fiches.

- Une troisième formation de courte durée (3 ou 4 jours) juste avant et pendant la mise en service de l'installation. Les objectifs de cette séance sont de réitérer les concepts clés exposés lors des formations précédentes, reprendre la formation au remplissage de fiches et combler, par la formation sur le tas, les lacunes qui peuvent subsister.
- Des recyclages périodiques de courte durée (2 jours) sont aussi à prévoir tous les trois mois, au début de l'opération, et tous les six mois par la suite. Ils permettent de reprendre les concepts clés et de les développer d'une façon plus approfondie. Au fur et à mesure que les principes simples de gestion sont assimilés, la formation porte sur des concepts de bilan et de compte d'exploitation du moulin. L'encadrement de base du village chargé de la comptabilité et de la gestion participe à toutes les séances de formation et de recyclage ayant lieu dans des villages de son ressort.

## SAVOIR CONTRÔLER

Pendant toutes les séances de formation, on insistera sur la notion de contrôle individuel et collectif : contrôle de l'usinage et des recettes par un système de tickets ou de jetons, contrôle de la consommation spécifique, contrôle qualitatif et quantitatif des stocks et des approvisionnements.

Le système de contrôle des quantités usinées est aisé à établir par le système des tickets ou jetons. Il est facilement compris et assimilé par les femmes, et son utilisation évite les erreurs et les tentations de détournement.

Il est beaucoup plus difficile de mettre en place un contrôle rigoureux des dépenses et de leur utilisation, compte tenu de la multiplicité des facteurs qui peuvent les déterminer. Parmi ceux-ci on peut noter, en dehors des détournements: les démarrages / arrêts trop fréquents du moteur, une mauvaise installation des machines, un mauvais entretien, l'usure d'une ou plusieurs pièces...

Plusieurs méthodes de contrôle peuvent être instaurées :

- le contrôle des quantités de carburant, lubrifiant et pièces détachées achetées et la supervision régulière des stocks;
- l'utilisation d'une règle graduée pour mesurer la consommation quotidienne de carburant : le meunier note chaque jour le

niveau de carburant avant le début des opérations de mouture et après l'arrêt des machines.

Il doit y avoir un rapport relativement constant entre la quantité de grains moulus et la quantité de carburant consommé, si l'on moud toujours le même type de grains (consommation spécifique);

- le calcul par l'encadrement de la consommation spécifique (consommation de carburant / quantité de céréales traitées). A partir des chiffres ainsi obtenus, on peut par la suite calculer le montant des recettes brutes que l'on doit réaliser pour une quantité donnée de carburant et de lubrifiant\*. Ces consommations spécifiques sont communiquées au comité de gestion et à l'assemblée générale;
- une formation continue sur le tas, lors du suivi, à la comptabilité et à la gestion.

\*Voir "calcul des coûts standard", p 103

Enfin, le bilan mensuel du fonctionnement du moulin avec l'assemblée générale est un moyen indispensable pour une ample diffusion de l'information. Par ce biais, le comité de gestion s'ouvre aux critiques et aux suggestions de l'assemblée générale villageoise, devant laquelle il est responsable. Ces bilans ont en outre l'avantage, s'ils sont présentés de façon à ce que chacun comprenne, de faire exercer à l'assemblée générale un contrôle collectif, et d'en éviter la monopolisation par un groupe restreint de personnes.

## LA FORMATION DES MEUNIERES OU MEUNIÈRES

Une composante essentielle du succès du moulin villageois est une formation adéquate du meunier à la manipulation et à l'entretien courant du moulin et de son moteur.

Il est toujours préférable d'envoyer en formation deux personnes, les défections étant pratique courante.

Selon W.A Herzog (FAO), la formation des meuniers serait à effectuer en deux temps :

- tout d'abord auprès d'un meunier chevronné des environs, ayant le même type d'unité (moteur et moulin) que celui que l'on envisage pour le village.

Cette formation d'une durée de trois semaines environ a pour objectif de familiariser le meunier avec les appareils et de lui faire acquérir, par la pratique courante, les gestes nécessaires à la manipulation correcte de la machine et de son moteur,

- ensuite, auprès d'un mécanicien préalablement choisi pour avoir des notions plus approfondies en matière de maintenance, d'entretien, et de petites réparations courantes. D'une durée de trois à cinq jours, avec une reprise de deux ou trois jours lors de l'installation de l'unité, cette formation s'appuie sur des moyens audiovisuels simples tels qu'un livret images. Celui-ci aura le double rôle de support pédagogique lors de la formation, et d'aide-mémoire des gestes journaliers, hebdomadaires et mensuels nécessaires à la bonne manipulation et à l'entretien correct du matériel.

Dans le cadre de la formation continue, des recyclages des meuniers d'une durée de deux à trois jours sont à prévoir. Ils ont lieu tous les trois mois pendant le premier semestre suivant la mise en service, tous les six mois ensuite. Les premiers recyclages portent notamment sur l'entretien et les petites réparations. Au fur et à mesure que les principes simples sont maîtrisés, les recyclages sont axés sur des notions plus élargies de mécanique générale en vue de la détection des pannes d'abord, de leur réparation ensuite.

## MEUNIER OU MEUNIÈRE ?

La question a été posée par plusieurs projets. Les deux solutions peuvent être envisagées.

Les femmes ont l'avantage d'être très concernées par le fonctionnement du moulin, et d'émigrer moins souvent. Elles peuvent assimiler, si elles sont motivées, la formation aussi bien que les hommes. Par contre, elles doivent savoir que, socialement, il n'est pas évident que la "meunière" soit facilement acceptée.

Les projets où cette expérience a été tentée (Burkina Faso), peu nombreux à notre connaissance, la considèrent comme un succès. Les "meunières" ont eu du mal à se faire accepter, mais leur motivation leur a permis d'y parvenir, après un temps d'adaptation de la part des populations.

## LA FORMATION DES MÉCANICIENS

Dans la phase préalable à l'installation du moulin, les mécaniciens ont été identifiés. Ils bénéficient d'une formation technique poussée.

Cette formation d'une durée de deux à trois mois vise à l'acquisition de connaissances théoriques et pratiques de fonctionnement, réglage et réparation des moteurs et moulins. Selon la région, elle pourra être réalisée par différents agents : un centre de formation en machinisme agricole, le constructeur par l'intermédiaire de son concessionnaire sur place ou un spécialiste en petite unité de mouture affecté au projet s'il s'agit d'un programme de grande envergure.

Lors de leur formation, les mécaniciens sont pourvus d'un livret images ayant les mêmes objectifs que celui du meunier, le degré de complexité étant plus élevé. Les mécaniciens ayant suivi cette formation sont soumis à des tests d'acquisition de connaissances. On peut proposer, dans le cadre de programmes de grande envergure, que ceux qui réussissent les tests aient droit à un crédit (pourvu par le programme) afin de s'équiper d'une caisse à outils de mécanicien diésliste et d'une pompe pour le tarage des injecteurs.

Un service d'assistance technique de qualité est indispensable au bon fonctionnement de l'unité. A cet effet, les mécaniciens passent avec les comités de gestion des contrats de services.

## FORMER LES FORMATEURS

Le recours à des moyens audiovisuels pour l'animation requiert une formation des formateurs. W.A Herzog (FAO) propose d'envisager une formation initiale, une évaluation permanente de ses effets ainsi que des recyclages périodiques.

La formation comprend une partie théorique, qui permet d'assimiler la démarche pédagogique globale, les idées-force que l'on essaie de véhiculer. Il est aussi nécessaire de maîtriser la succession des questions correspondant aux situations décrites.

La composante pratique de la formation consiste à se confronter, dans quelques villages, à la situation réelle, et à apporter d'éventuelles améliorations.

La formation est d'autant plus importante que le support audiovisuel n'a pas été réalisé par les utilisateurs eux mêmes.

## SUIVRE LE FONCTIONNEMENT DU MOULIN

Les activités de suivi concernent la comptabilité et la gestion, les meuniers et les mécaniciens.

En ce qui concerne la comptabilité et la gestion, cela consiste à s'assurer que les recettes et les dépenses sont vérifiées et enregistrées correctement et que les membres du comité de gestion effectuent régulièrement leurs tâches, et à rectifier les erreurs éventuelles des cahiers de comptabilité.

On s'assurera également que le meunier effectue régulièrement l'entretien et la maintenance.

L'encadrement de base pourra également faire le bilan du mois écoulé avec le comité de gestion et l'assemblée générale. Il doit assurer le rôle d'animateur extérieur et susciter les débats collectifs sur les problèmes rencontrés et les solutions à apporter.

Il ne se substitue en aucun cas à l'assemblée générale ou au comité de gestion pour la prise de décisions.

Enfin, après 18 mois de fonctionnement, par exemple, l'évaluation globale du "projet moulin" (aspects économiques, techniques, sociaux, nutritionnels...) doit être effectuée.

Ce travail de synthèse fait progresser le groupe vers une meilleure maîtrise des équipements et de leur économie, mais il permet aussi aux autres projets de tirer les leçons des succès et des échecs des précédents programmes.

On trouvera en annexe des fiches types qui résument les évaluations de moulins villageois présentés au séminaire organisé en 1984 par la FAO au Burkina Faso, ainsi que des fiches concernant des moulins à traction animale, empruntées à ENDA.

## CE QUE PEUVENT FAIRE LES PETITS PROJETS

Cette partie sur la formation risque de paraître lourde à ceux qui ne gèrent pas un programme d'installation de moulins dans toute une région, mais simplement un seul moulin dans un village. Elle vise, cependant, à faire prendre conscience de l'importance de la formation dans la réussite d'un projet.

D'ailleurs, les moyens décrits ici ne sont pas hors de portée de cette catégorie d'utilisateurs.

- Les supports audiovisuels (diaporama, film fixe, série éducative sur les moulins) sont disponibles auprès de la FAO. Il est d'autre part possible, en s'inspirant de ce qui a déjà été fait, de réaliser une série éducative localement
- La formation des meuniers ne nécessite pas de formateurs spécialement affectés au programme. Par ailleurs, les livrets image à remettre au meunier peuvent être obtenus auprès d'organismes ayant déjà réalisé ce type de formation.
- Pour la formation des mécaniciens, un petit projet aura tout avantage à prendre contact avec un projet régional d'installation de moulins, s'il en existe un dans la région, ou avec un centre de machinisme agricole.

Enfin, lorsqu'on entame un processus de formation et d'animation lors de l'installation d'un moulin, il convient de considérer que cet investissement humain ne concerne pas seulement le moulin mais qu'il peut également servir pour tous les autres projets, en cours ou à venir, de la communauté.



Photo Enda

Un atelier de mouture artisanal à Gossas (Sénégal). Le broyeur, entièrement fabriqué par un artisan fonctionne avec un moteur électrique. Chaque femme paie 15 FCFA par kilo de grain à moudre.



Photo J.C. Barnaud - GRETE

Atelier de décortilage du riz à Ross-Bethio (Sénégal). Le décortiqueur est couplé à un moteur diesel. Il appartient au foyer des jeunes de Ross-Bethio, et est géré collectivement. La responsable de la gestion tient un cahier de caisse, et le trésorier du foyer des jeunes effectue les calculs de suivi (consommation spécifique cf. partie III). Le meunier est rémunéré suivant les recettes.

## Annexes

	page
<b>Constructeurs d'équipements pour la transformation des céréales</b>	149
<b>Le moulin à traction animale</b>	183
<b>Construction locale de moulins à moteur</b>	199
<b>Plans de construction d'un moulin à marteaux</b>	213
<b>L'entretien du moulin et de son moteur</b>	223
<b>Fiches de comptabilité des moulins</b>	227
<b>Exemples d'installations de moulins à traction animale (sénégal)</b>	233
<b>Exemples d'utilisation de moulins motorisés</b>	239
<b>Bibliographie commentée</b>	255
<b>Les adresses utiles</b>	263

**ANNEXE 1****CONSTRUCTEURS  
D'ÉQUIPEMENTS POUR LA  
TRANSFORMATION  
DES CÉRÉALES**

---

- **Afrique**
- **Europe**
- **Asie**
- **Amérique**

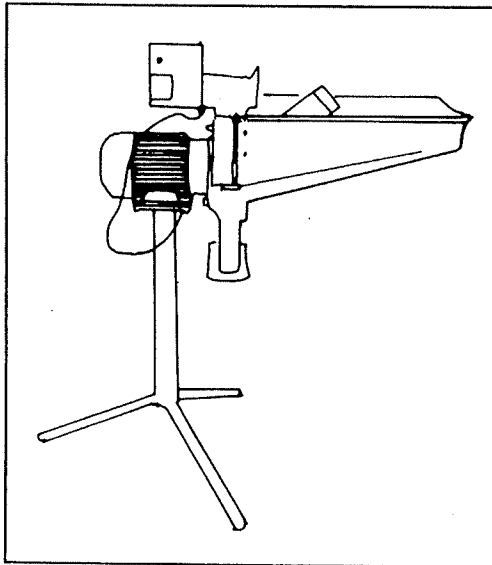
On trouvera ici une liste d'adresses de quelques constructeurs d'équipements pour la transformation des céréales.

Cette liste n'est pas exhaustive, n'y figurent pas les entreprises artisanales africaines. Elles sont en effet difficiles à recenser bien qu'elles fabriquent des matériels moins chers que les équipements importés.

## AFRIQUE

**ABI**  
**Abidjan Industries**  
 Zone industrielle de Vridi Zone A  
 01 BP 343, Abidjan 01  
 Côte d'Ivoire  
 Téléx : 2377

ABI est l'entreprise nationale de construction de matériel après récolte en Côte d'Ivoire. Elle fabrique des petits moulins à marteaux, susceptibles de moulinde toutes les céréales et racines.



**Broyeur à marteaux.** Prix : 281 000 F CFA (1984)  
 (petit modèle) avec moteur électrique.

Deux modèles (le moyen, 400 - 600 kg/h ; le petit, 250 - 450 kg/h) sont équipés d'un moteur électrique triphasé, tournant à 3 000 t/mn. La puissance requise est de 7.5 - 10 ch pour le modèle moyen et 4.5 - 5 ch pour le petit modèle.

Un moteur diesel ou à essence peut également être utilisé.

ABI fabrique aussi une décortiqueuse d'arachides, des égre-noirs à maïs, ainsi qu'un pétrin-mélangeur pour pâtes et un décortiqueur, équipé d'un rotor de 137 mm de diamètre, tournant à 650 t/mn à un rendement horaire variable selon la quantité traitée par lot (de 50 kg pour les lots de 2 à 3 kg, à 110 kg pour des lots de 1 kg sur paddy). Prix : 325 000 F CFA 1984, sans moteur.

**SISMAR**  
**Société Industrielle Sahélienne**  
**de Matériel Agricole et de Représentation**  
 BP 3214  
 Dakar  
 Sénégal  
 Téléx : 7781 SG

La SISMAR fabrique une large gamme de matériel agricole, y compris du matériel de transformation de différents produits agricoles : batteuses à arachides, mil, sorgho, riz et maïs, décortiqueur à mil, riz, arachide, mondeuse de noix, moulins à céréales.

Le moulin Nioflaye 2 est un moulin à marteaux pouvant fonctionner avec un moteur diesel de 8 - 9 ch. Les marteaux sont fixes et interchangeable. Le moulin Nioflaye 2 a été exporté dans plusieurs pays (Burkina Faso, Niger, Tchad). L'avantage de ce broyeur réside dans la forme des marteaux, profilés de façon à forcer la farine au travers des tamis, empêchant, dans une certaine mesure, le colmatage.

Prix : 400 000 F CFA (1983) sans moteur.

La SISMAR fabrique également le décortiqueur SISMAR/IRCD/CNRA (décortiqueur PRL/CRDI, également fabriqué au Bostwana).

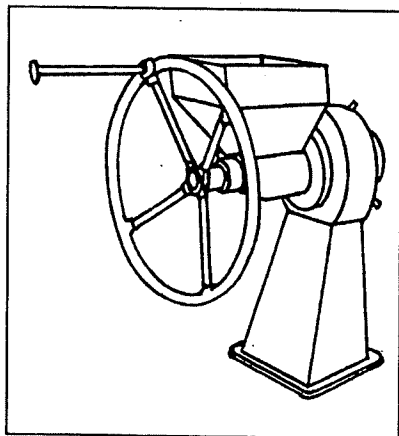
Son coût sera compris entre 600 000 et 800 000 F CFA.



**NDUME**

PO Box 6  
Gil Gil  
Kenya

Les moulins à marteaux NDUME ont été développés à l'origine pour mouler du maïs en une farine grossière (tamis de 0,8 à 1,6 mm). La Société NDUME ne fabrique que ces moulins, actionnés par des moteurs électriques ou diesel de 2 à 20 ch suivant les modèles. Leur vitesse de rotation se situe entre 3 000 et 4 000 t/mn; avec le tamis de 16 mm, leur capacité de traitement varie de 70 à 200 kg/h pour les petits moulins, jusqu'à 400 - 2 500 kg/h pour les gros. NDUME commercialise également les moulins manuels DUNIA.



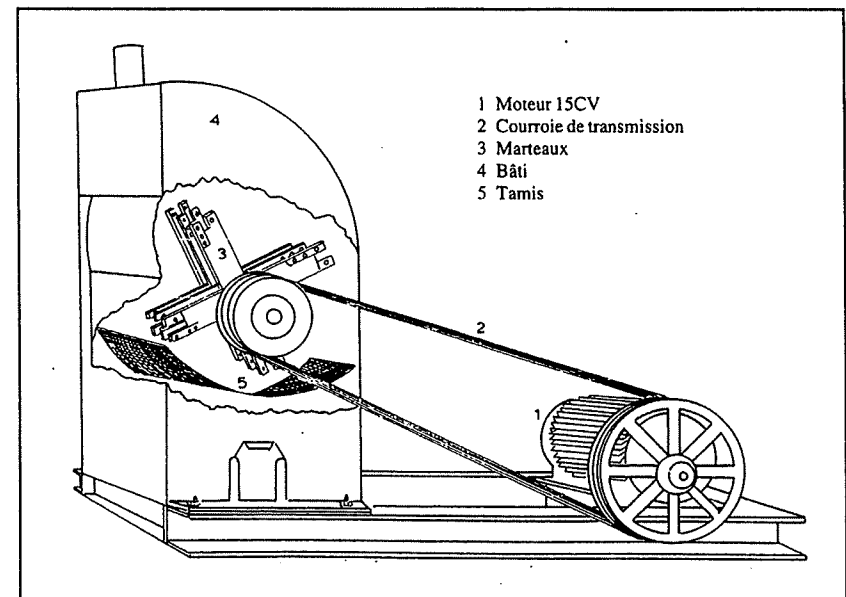
**Moulin manuel Dunia.**

**M/S MANIK ENGINEERS**

Arusha  
Tanzanie

Plusieurs types de moulins à marteaux sont construits et commercialisés en Tanzanie. Parmi les plus connus, figurent les moulins MGM (plusieurs modèles de 8 à 45 ch). Le plus petit MGM2 a une capacité de 180 - 200 kg pour un moteur de 8 - 12 ch (diesel).

Il existe d'autres fabricants tanzaniens : HANGHULA MECHANICAL COMPANY (Morogoro); D & M INVENTORS (Mwanza); MIKE MOTORS (Moshi); MIVANZA ENGINEERING WORKS (Mwanza).



**Broyeur à marteaux MGM.**

## EUROPE

### JOHN GORDON & CO ENGINEERS Ltd

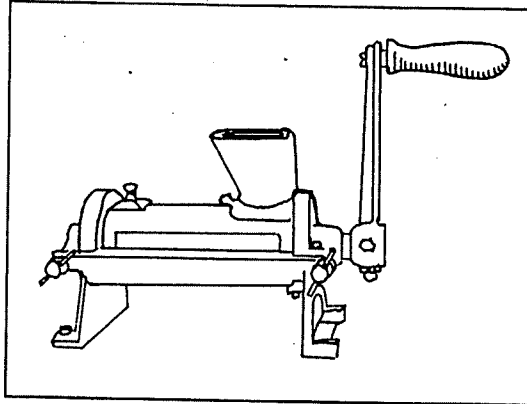
196, High Street, Epping  
Essex CM 16 A AQ  
Angleterre

Commercialise une gamme de matériels après récolte dont un petit décortiqueur manuel pour riz paddy.

### AVLAN BLANCH DEV Co Ltd

Chelworth  
Malmesbury Wilts SN 16 9 SG  
Angleterre

Commercialise une gamme de matériels agricoles et après récolte, dont un décortiqueur manuel pour riz paddy, une gamme de moulins à meules verticales (moulin "AB Chelworth mill" - 230 kg/h pour un moteur électrique de 5,5 ch) ainsi qu'un petit moulin domestique à marteaux.

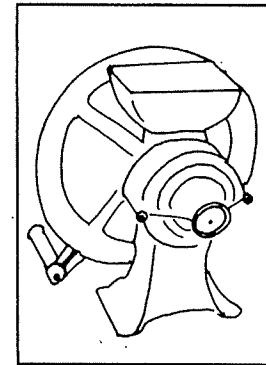


Décortiqueur à riz manuel.

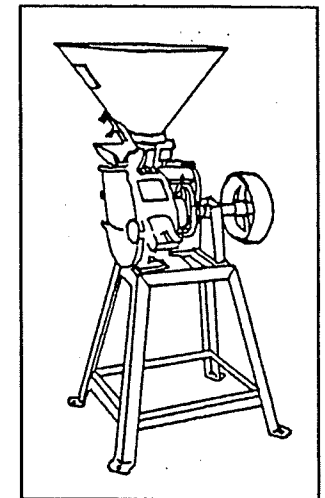
### R. HUNT & Co Ltd

Atlas works Earls Colne  
Colchester  
Essex CO6 2 EP  
Angleterre

HUNT fabrique les moulins HUNT 1A et 2A, très répandus en milieu rural africain (Burkina Faso, Bénin...) ainsi que les moulins Atlas (manuels).



Moulin manuel Atlas.  
Débit : 7 - 9 kg/h  
Poids : 34 kg



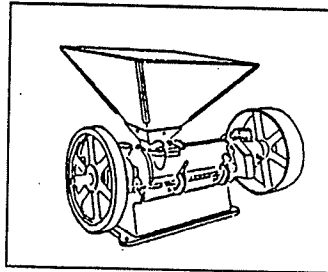
Moulin motorisé.  
Débit : 300 kg/h (chiffre constructeur).  
Puissance : 5 - 7 HP

**BENTALL SIMPLEX Ltd**  
 Heybridge Works, Maldon  
 Essex CM 9 7 NW  
 Angleterre

BENTALL commercialise les moulins "SUPERB MILL A"; puissance requise : 5 ch.

**LEWIS C. GRANT Ltd**  
 East Quality street  
 Dysart  
 Kirckaldy KY 1 2 UA  
 Angleterre

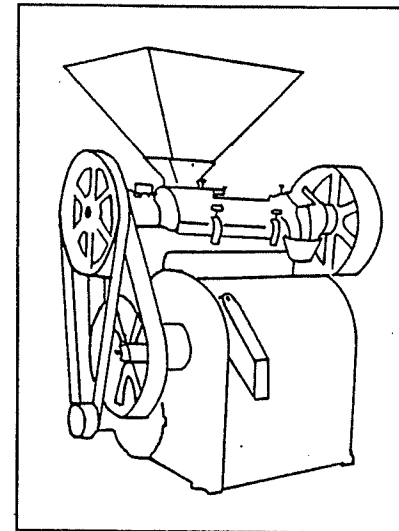
GRANT commercialise les décortiqueurs GRANTEX (décortiqueur ENGLEBERG parmi les plus répandus en milieu rural africain pour le décortilage du riz).



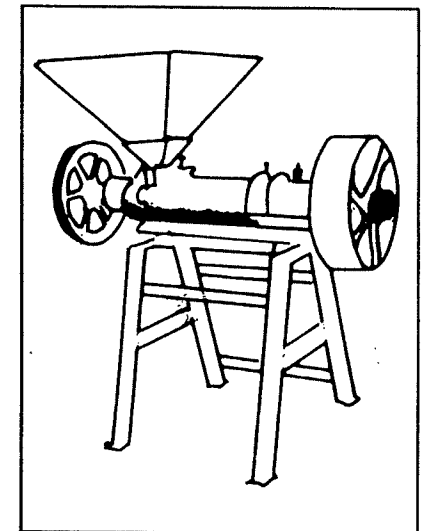
Décortiqueur à riz. Puissance requise : 12 et 15 ch (2 modèles) pour une capacité de 200 et 290 kg/h respectivement

**COLOMBINI**  
 Via Cadorma, 9  
 PO Box 19  
 20081 Abbiategrosso  
 Italie  
 Téléx : 35 15636 Macriz

COLOMBINI est un constructeur italien renommé dans le domaine de la transformation du riz. Il peut fournir des unités artisanales ou semi-industrielles de traitement du riz, ainsi qu'une station semi-industrielle d'étuvage du riz (capacité 500 kg/h). Bien entendu, chaque machine (décortiqueur par exemple) est disponible séparément.



Décortiqueur polisseur à paddy.  
 Débit horaire : 160/230 kg  
 Vitesse de rotation : 750/900 t/mn



Décortiqueur à paddy.  
 Débit horaire de riz blanchi :  
 à partir du paddy 230/350 kg,  
 à partir du riz décortiqué 460/700 kg  
 Vitesse : 600/750 t/mn  
 Puissance requise : 14 HP

**SKIOLD**  
 PB 143  
 DK 9300 SAEBY  
 DANEMARK  
 Téléx : 60737

---

SKIOLD commercialise une gamme de matériel agricole, dont des broyeurs à marteaux répandus dans certaines régions (Sénégal notamment). Des moulins à meules sont également disponibles.

*Au moment de donner ce livre à l'impression, nous apprenons que la société ARARA a cessé ses activités. Une partie de celles-ci sont poursuivies par la société BOSSET, 3 ruelle de l'Église, 77660 Changis sur Marne, tél. 64 35 92 63/92 86.*

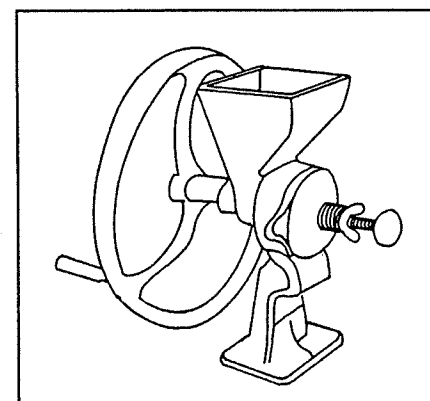
**SOCIETE ARARA**  
 1 bis, rue Antoine Coypel  
 78000 Versailles  
 France  
 Téléx : ARARA 698460 F

---

ARARA commercialise toute une gamme d'équipements pour la ferme en Afrique. C'est donc une société entièrement tournée vers l'exportation.

Parmi les machines, citons : divers équipements pour la traction attelée, semoirs, charettes, égreneuses à maïs, égousseurs d'arachides et, depuis peu, une unité mobile pour le traitement des fruits.

Dans le domaine des céréales, ARARA propose: moulin toutes céréales à moteur ou à main.



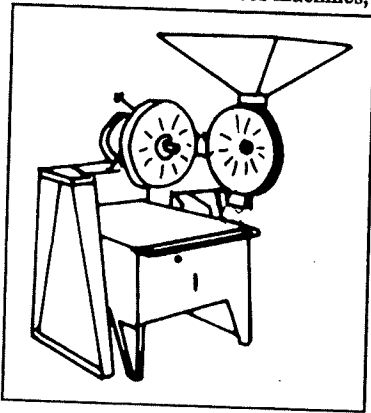
**Moulin toutes céréales à moteur ou à main.**  
 Prix: 450 F HT (manuel)  
 1 350 F HT (électrique 0,5 ch)

**BOMFORD CHAMPENOIS**

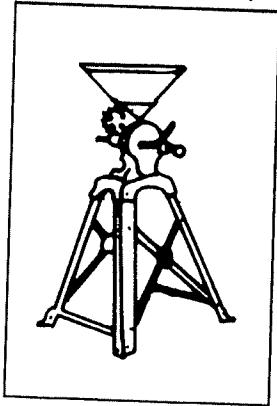
Chamouilley  
52410 Eurville  
France  
Télex : 840914 F (REAGRI)

CHAMPENOIS commercialise toute une gamme d'équipements pour la ferme (pompes, aplatisseurs à céréales, pulvérisateurs à disques, arracheuses de pommes de terre, ...).

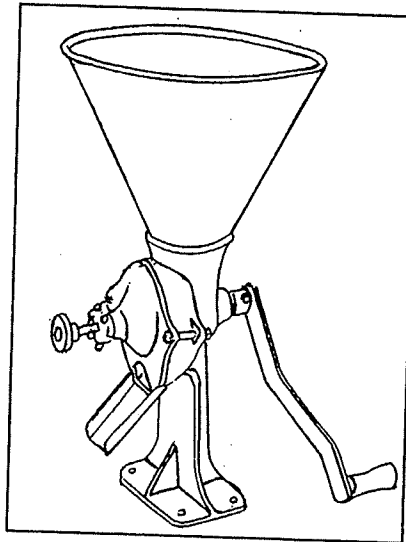
Parmi ces machines, deux peuvent être utilisées en Afrique.



Moulin à meules vitrifiées verticales.  
Prix : V 400 moteur él. 7,5 ch : 8 757 F



Moulin Nova.  
Prix sur pied : 2 340 F

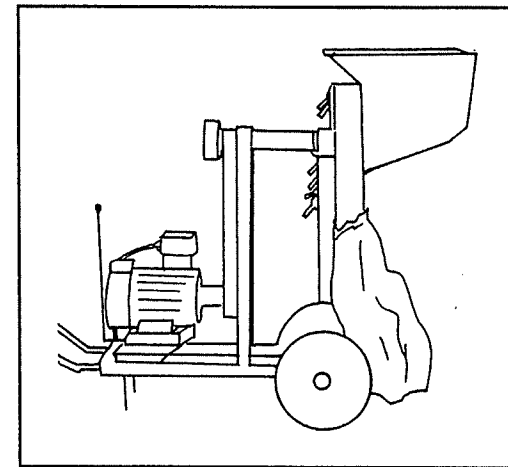


Moulin concasseur Junior.  
Prix : 566 F HT départ usine

**CEDIMA MONTO**

Campsas  
82370 La Bastide Saint Pierre  
France

CEDIMA - MONTO est une petite entreprise qui commercialise un groupe compact sur roulettes auquel on peut adapter divers accessoires (pompe, scie, ...), dont un broyeur à marteaux. Ce type d'appareil est répandu en Afrique Centrale pour le broyage du manioc ou des céréales.

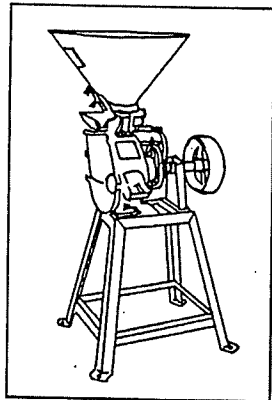
**Monto-broyeur.**

Puissance : 4,5 ou 6 ch (électrique ou essence)  
Prix : 6 450 F HT avec moteur 5.5 ch électrique  
10 259 F HT essence 6 ch  
14 240 F HT moteur diesel

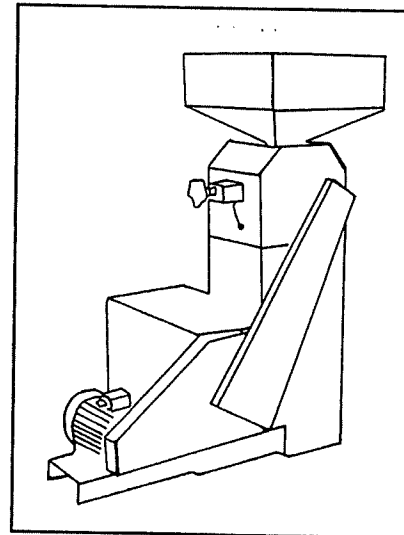
**COMIA - FAO**

27, boulevard de Chateaubriand  
35500 Vitre  
France  
Télex 950 457 F

COMIA - FAO est une entreprise française qui fabrique et commercialise toute une gamme d'équipements destinés à l'élevage en France ainsi que quelques appareils plus spécifiquement étudiés pour une utilisation en pays chauds.



Débit horaire : 400 kg  
Puissance requise : 4 à 6 ch



Décortiqueur à riz à rouleaux avec  
polisseur. Modèle disponible fin 1988  
Vitesse de rotation : 1 100 t  
Puissance requise : électrique 4 HP  
thermique 6 HP

**Broyeurs ELECTRA**

47170 Poudenas  
France  
Télex : 541 085 F

ELECTRA fabrique et commercialise une gamme de broyeurs à marteaux à partir de 2 ch et plus, ainsi qu'un décortiqueur de riz ENGLEBERG avec polisseur.

Parmi les broyeurs, le type BABY Export, est plus particulièrement destiné à une utilisation dans le contexte Africain.

**MERCIER - SANCHEZ**

Parc Ducup  
66000 Perpignan  
France

Télex : MERSAN 506 042

---

MERCIER - SANCHEZ est une entreprise dont l'activité principale est la construction de matériel vinicole, manutention et chaudronnerie-inox.

MERCIER - SANCHEZ commercialise également, sous la marque PULVERIX, deux modèles de broyeurs à marteaux fixes répandus dans certaines régions (région du fleuve au Sénégal par exemple). Des artisans locaux se sont inspirés de cette machine pour une fabrication locale.

**Ets Guy MOULIS**

Avenue de Castres  
81360 Montredon Labessonnie  
France

---

Les établissements Guy MOULIS commercialisent une gamme de machines destinées à l'agriculture ou à l'élevage de la ferme.

Parmi celles-ci, certains moulins peuvent être adaptés à une utilisation en milieu africain. Le moulin Criquet D3 BEROUJON MOULIS peut être adapté sur un manège à traction animale (c'est l'option à manège).

**SAMAP**

1, rue du Moulin  
BP 1  
68600 Andolsheim

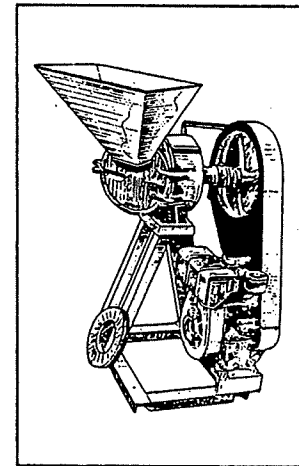
SAMAP commercialise un moulin domestique électrique pour la production de farine panifiable (donc fine) ainsi qu'une malette permettant de mesurer le taux d'humidité des céréales en grains (riz, maïs, sorgho, etc.).

**SARL RENSON LANDRECIES**

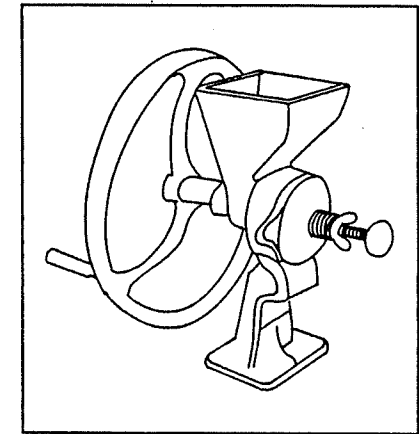
59580 Landrecies  
France  
Télex : 820 705

RENSON SARL est une entreprise dont l'activité principale est la fourniture d'équipements pour l'élevage (abreuvoirs, aplatisseurs, etc.).

Parmi ces équipements, certains sont adaptés à une utilisation dans le contexte africain et ont été exportés, notamment à l'occasion d'appels d'offres internationaux (FAO, etc.). Un nouveau modèle, le "New Pratic" spécialement conçu pour la mouture en milieu très humide connaît actuellement beaucoup de succès au Nigéria.

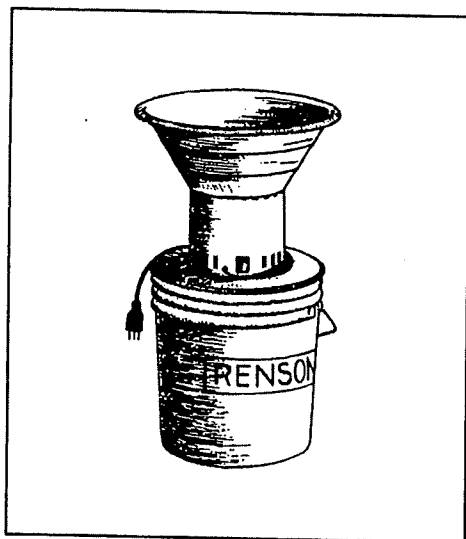


Moulin "moderne"  
spécial export.



Broyeur Avimat.  
Prix manuel : 450 F HT  
avec moteur électrique : 1 350 F HT  
Paire de meules : 56 F HT





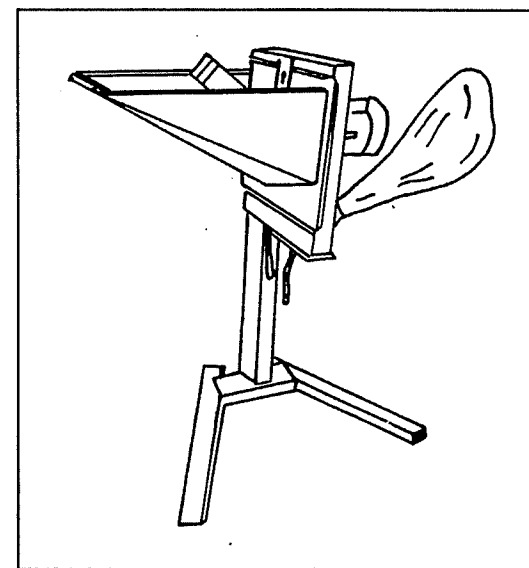
**Moulin "Le panifiable".**  
 Moteur 700 W - monophasé - 220 V avec câble électrique à prise de terre.  
 Livré avec 3 grilles.  
 Débit : 15 à 40 kg/h suivant grille  
 Obtention de farine panifiable avec la grille la plus fine.

**S. E. C. A.**  
**Société Européenne de Construction Agricole**  
 Le Mottier  
 38260 La Côte Saint André  
 FRANCE  
 Téléx : 308 960 F

SECA (anciennement ARGOUD) est une entreprise française qui fabrique et commercialise toute une gamme de petits matériels pour l'agriculture (scies à bûches, égreneuses à maïs, broyeurs, etc.).

Parmi ceux-ci, quelques-uns sont utilisables dans le contexte des pays chauds.

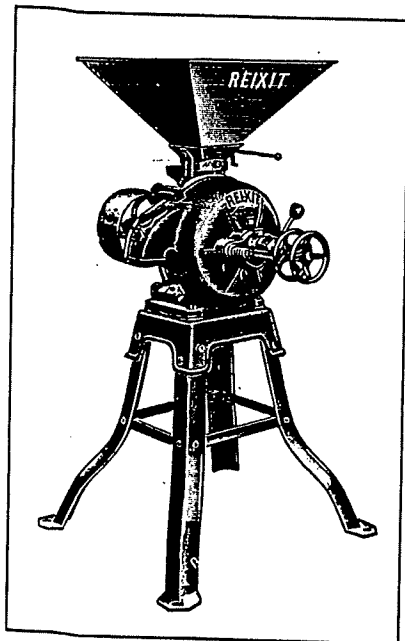
De conception récente, ce type de broyeur est conçu pour un usage familial. Au contraire des machines à meules manuelles, conçues dans le même esprit, il semble pour l'instant susciter l'intérêt en Afrique. De nombreux broyeurs ont déjà été exportés (Bénin en particulier).



**Broyeur à farine.**  
 Puissance électrique : 1,5 ch. Prix : 2000 F HT sortie usine. Débit : 60 kg/h

**TIXIER Frères**  
18120 Lury sur Arnon  
France

La Société TIXIER commercialise, sous la marque REIXIT, une gamme de moulins à farine et broyeurs à marteaux. Dans cette gamme, le modèle suivant est plus particulièrement destiné à l'exportation.

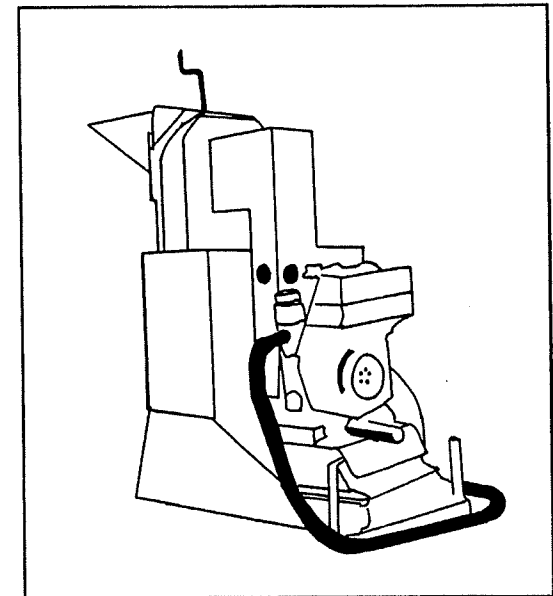


**Moulin M 11 V.**

**Établissement René TOY**  
Route des Réclusages  
BP 10  
41800 Montoire sur le Loir  
France  
Télex : 750 382 F (CCIBLOIS)

TOY fabrique et commercialise des équipements pour l'alimentation du bétail (broyeurs, aplatisseurs, presse à granuler, etc.).

Parmi ces machines, deux broyeurs sont spécifiquement destinés à la production de farine pour l'alimentation humaine en milieu africain.



**Moulin BB 2000.**

*Prix électrique 7.5 ch: 6 498 F HT*  
*diesel (Lombardini 6 ch): 16 175 F HT*  
*essence pétrole 6 ch: 11 282 F HT*

## ASIE

**DANDEKAR Brothers (Engineers & Founders)**  
Sanghi Shivaji Nagar 416 416  
Maharashtra  
Inde

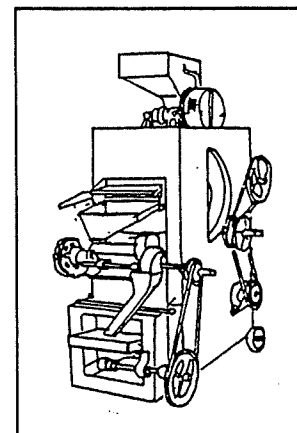
Moulins à meules verticales "D.S."  
Capacité 230 - 270 kg/h  
Puissance requise : 6,8 ch

### KISAN KRISHI YANTRA UDYOG

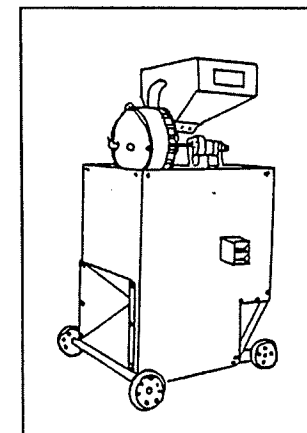
64, Moti Bhavan Collectorganj  
Kanpur 20 800 1 U.P.  
Inde

KISAN commercialise une gamme de décortiqueurs à rouleaux pour le riz :

- décortiqueur de paddy (400 - 500 kg/h) avec séparation son/riz; puissance requise : 4 - 5 ch.
- unité complète de décortilage - polissage du riz; effectue la séparation riz non décortiqué/riz cargo; capacité : 200 kg/h; puissance requise : 5 ch (moteur électrique ou diesel).



Décortiqueur de paddy avec séparation son/riz.



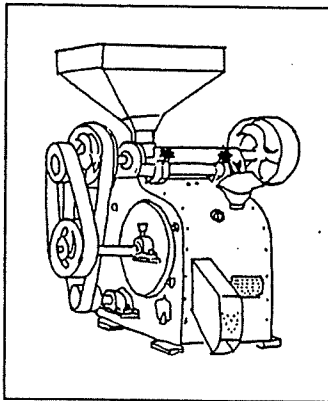
Unité complète de décortilage - polissage du riz.

KISAN commercialise, en outre, les polisseurs pour le riz de capacité plus élevée.

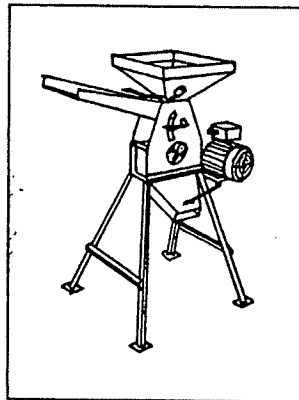
**CHINA NATIONAL AGRICULTURAL MACHINERY**  
 Import & Export Corporation  
 26, South Yeutan Street  
 Beijing  
 Chine

Cette entreprise commercialise une gamme de matériels agricoles et d'après récolte, dont :

- "Four Separative" : décortiqueur (ENGLEBERG) -polisseur-séparateur,
- moulin à marteaux "GFC 308"; vitesse de rotation : 4 600 tr par minute; puissance : 4 ch (moteur électrique).



"Four Separative".



Moulin à marteaux.

**RAJAN'S UNIVERSAL EXPORTS**

BP 250  
 Madras  
 600 001  
 Inde  
 Téléx : 41 7587 RAJA IN ou 41 6575 RAJA IN

RAJAN'S UNIVERSAL EXPORTS est une firme indienne commercialisant toute une gamme de petits équipements agricoles sous la marque AMUDA (égréneuses à maïs, couveuses, pompes, etc.)

Certains modèles sont proches des marchandises européennes correspondantes.

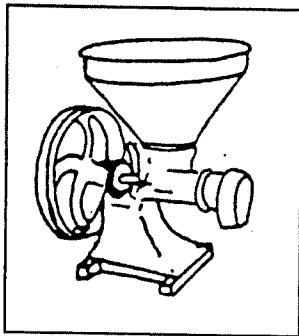
**CECOCO Chuo Bocki Gashi Kaisha**

PO Box 8

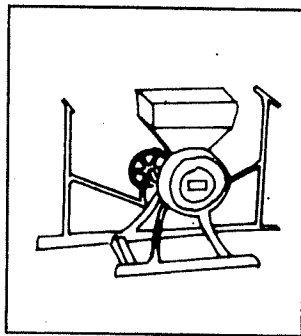
Ibaraki City, Osaka 567

Japon

CECOCO est une entreprise japonaise commercialisant une gamme de petit matériel agricole et de transformation des produits.

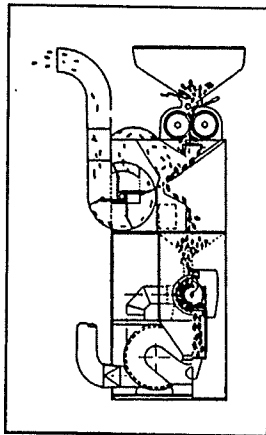


Moulin type S, manuel ou motorisé.



Two man Rice Huller.

Vitesse : 3 000  
Débit : 250 kg/h



Le "Compact Rice Milling Unit" est formé d'un étage de décorticage (décortiqueur à rouleaux, suivi d'un polisseur (à rotor d'acier). Ces deux étages peuvent être utilisés à la suite ou séparément.

CECOCO commercialise également des tarares (nettoyeur - séparateur), manuels ou motorisés, ainsi qu'un polisseur manuel pour le riz.

Puissance requise : 5 - 7 ch  
Débit : 180 - 240 kg/h (riz cargo), 360 kg/h (paddy)

**THAI TAVORN**

549 / 33-36 Satupradt Road

Yannava, Bangkok

Thaïlande

THAI TAVORN commercialise un décortiqueur (ENGLEBERG) - polisseur - séparateur du même type que COLOMBINI, le "Rwang-thong". Cinq modèles sont disponibles depuis 50 jusqu'à 400 kg/h (2 à 15 ch respectivement).

**YONT PHISAL Factory**

101, Ragdammern Road

A. Huang Trang

Thaïlande

Cette société commercialise le décortiqueur (ENGLEBERG) - polisseur - séparateur "Miracle".

Capacité : 150 - 200 kg/h  
Puissance requise : 5 HP (électrique), 8 HP (diesel)

**TOOLS AND AGRICULTURAL MACHINERIES Ltd**

Po Box 1940 Colombo 10

Sri - Lanka

Décortiqueurs ENGLEBERG. Quatre modèles de 5 à 15 ch.  
Décortiqueurs à rouleaux (5 ch).

**P. T. AGUNDO**

Desa Bambi Kabe Gresik  
Java Timur  
Indonésie

---

Décortiqueur à rouleaux "Agundo"  
Capacité : 1 à 2 t/h  
Puissance requise : 4 à 5 ch

**AMÉRIQUE****DUPLEX MILLS & MANUFACTURING Co**

415, Siglet Street  
Springfield Po Box 1266  
Ohio 55501  
États-Unis

---

DUPLEX commercialise un moulin manuel à meules.

**C. S. BELL Co**

170 W Dars Street  
Box 291  
Triffin OH 44 883  
États-Unis

---

C. S. BELL commercialise un moulin manuel à meules.

**DALTON, COOPER & GATES Corp**

205, West 34th Street  
New York NY 10001  
États-Unis

---

DALTON commercialise un moulin manuel à meules.

**R & R MILL Co Inc**  
 45, West First North  
 Smithfield  
 Utah 84335  
 États-Unis

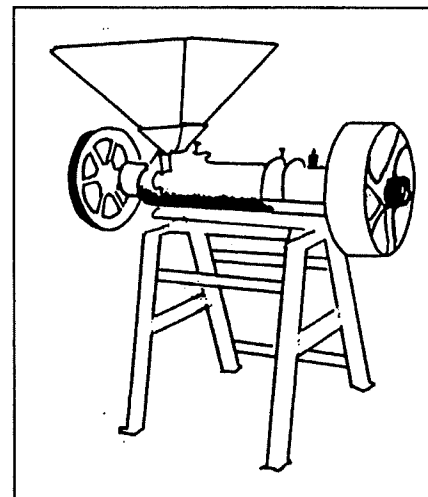
Comme les entreprises précédentes, R & R MILL commercialise un moulin manuel à meules.

**PHOENIX FOUNDRY**  
 Box 68, Marcus  
 WA 99151  
 États-Unis

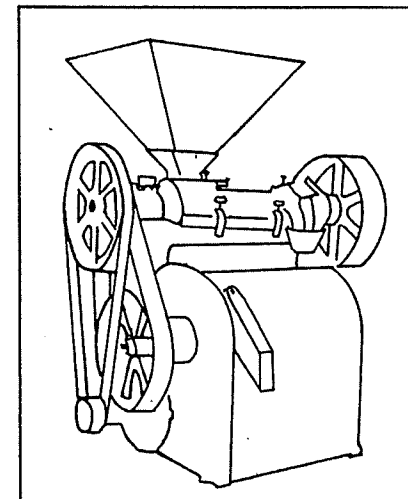
D'après son constructeur, ce moulin fournit, en un seul passage, une farine fine. Mis au point pour une utilisation manuelle, il peut aussi être actionné par un moteur.

**ENGLEBERG HULLER Co Inc**  
 Export Office  
 75 West Sreet  
 Syracuse, New York  
 États-Unis

ENGLEBERG commercialise une gamme de décortiqueurs ENGLEBERG de 3 à 15 ch.



**Décortiqueur ENGLEBERG.**



**Décortiqueur polisseur à paddy  
 COLOMBINI.**

## **ANNEXE 2**

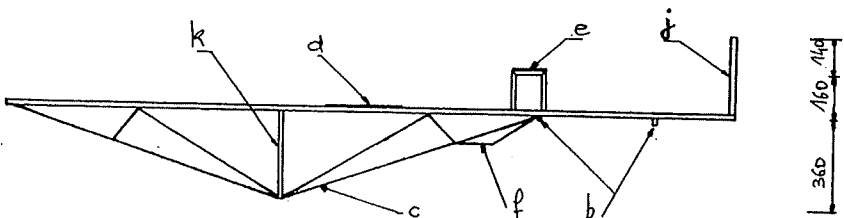
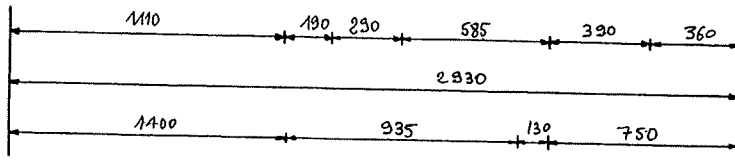
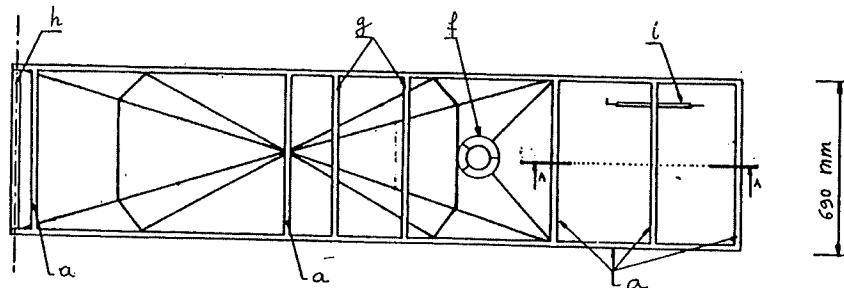
# **LE MOULIN A TRACTION ANIMALE**

---

D'après : N. BRICAS, F. PROTE. Rapport d'évaluation,  
expérimentation et diffusion de moulins à traction animale au  
Sénégal. Dakar, ENDA, mai 1986.

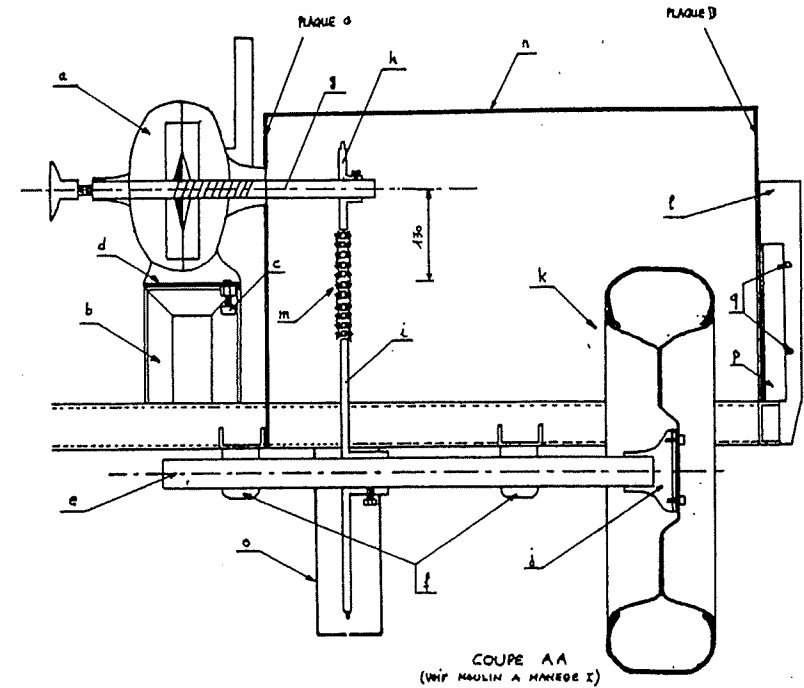


## MANÈGE :



a: UPN 60  
 b: paliers pour roulements oscillants 40/80/20  
 c: fer à béton 12  
 d: siège; tôle 10/10  
 e: support moulin; tôle 40/10; cornière 40

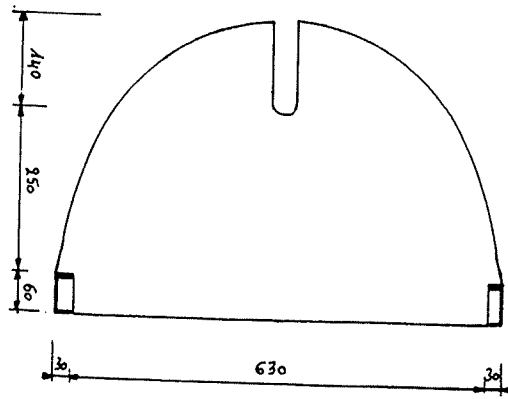
f: support callebasse; fer à béton  
 g: support siège; cornière 30  
 h: barre de liaison chassis/pivot fer rond plein 22  
 i: système de blocage de la roue  
 j: fixation arceau d'attelage tube 60 ext.  
 k: cornière 35



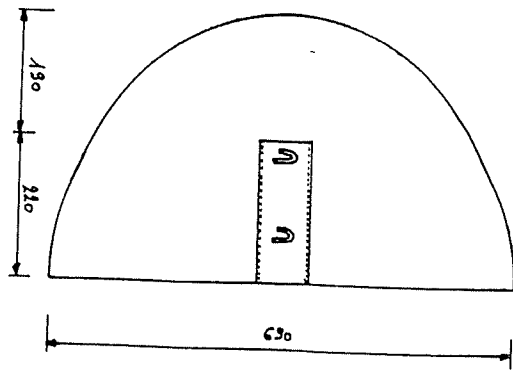
## DÉTAIL MÉCANISME DE TRANSMISSION

a: moulin à meules corindon criquet d3  
 b: support moulin: cornière 40  
 c: tendeur de chaîne  
 d: support moulin: tôle 40/10  
 e: axe principal: diamètre 40  
 f: paliers pour roulements oscillants 40/80/20  
 g: axe moulin: diamètre 25  
 h: pignon denté monté sur axe moulin (15 ou 19 dents)  
 i: plateau denté monté sur axe principal

(54 ou 76 dents)  
 j: moyeu de charette  
 k: roue de voiture ou charette; diamètre 540  
 l: tube fixation arceau d'attelage; diamètre ext. 60  
 m: chaîne de transmission  
 n: capot protection; tôle 20/10  
 o: couvre chaîne; tôle 10/10  
 p: UPN 60  
 q: crochets d'attelage

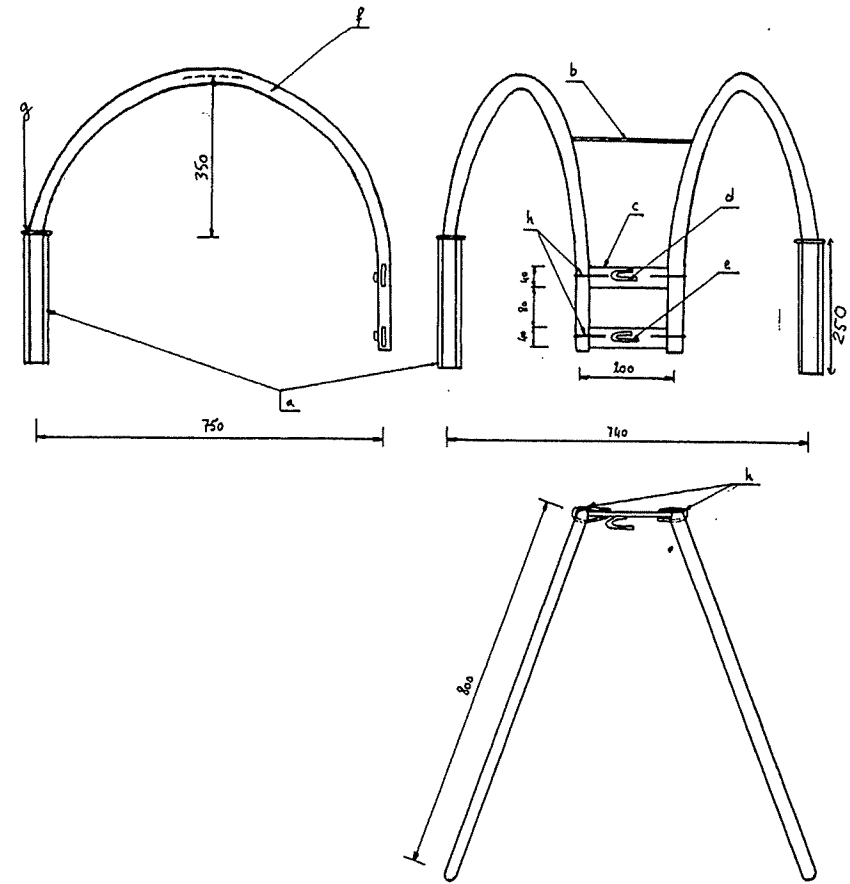


PLAQUE GAUCHE



PLAQUE DROITE

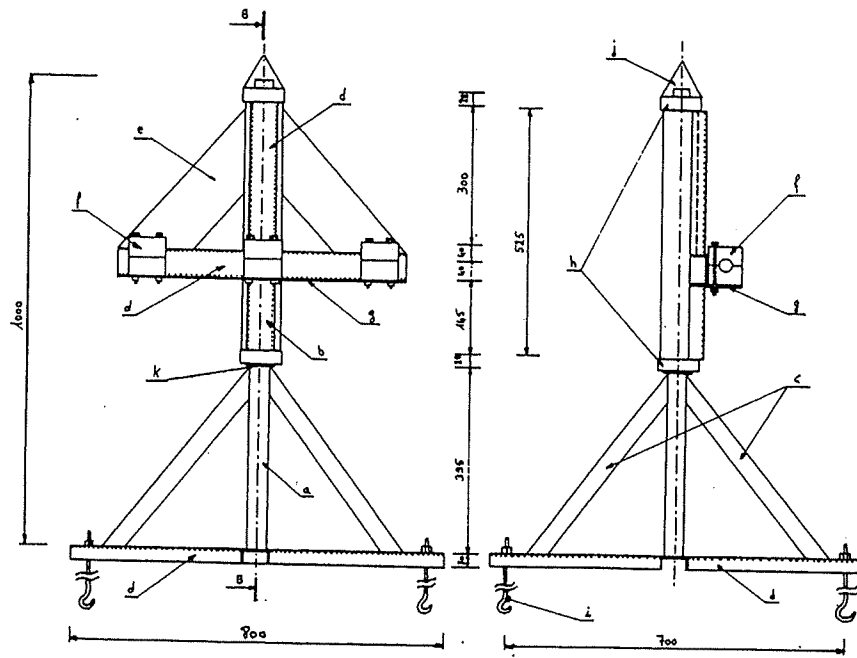
DÉTAILS PLAQUES LATÉRALES DE PROTECTION



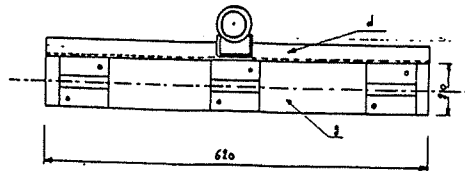
a: tube diamètre ext. 60 resséré  
 b: fer à béton 12  
 c: fer plat 40x8  
 d: crochet d'attelage pour cheval,  
 fer rond diamètre 10  
 e: crochet d'attelage pour âne, fer rond  
 diamètre 10

f: tube 26/34  
 le tube découpé en longueur de 2 m. est  
 rempli de sable sec et cintré à chaud.  
 g: anneau d'arrêt,  
 fer rond diamètre 10  
 h: renfort fixation fer plat;  
 fer plat ou à béton

ARCEAU D'ATTELAGE POUR ÂNE OU CHEVAL



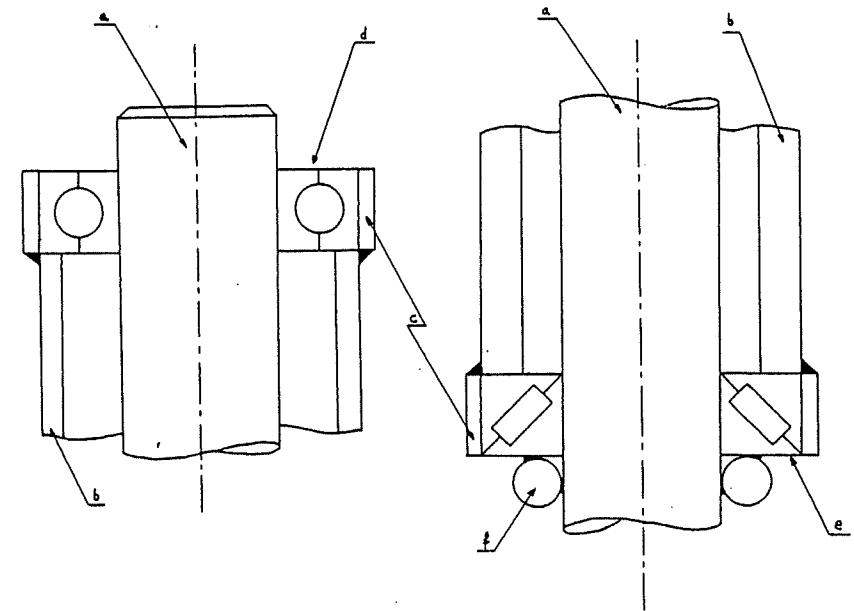
PIVOT CENTRAL



DÉTAIL SUPPORT PALIERS

a: arbre diamètre 40  
 b: tube 70/80; L = 525  
 c: 4 cornières 40  
 d: UPN 60  
 e: raidisseur; tôle 30/10  
 f: 3 paliers bois rouge 8 x 8; L = 8 cm

g: support paliers; tôle 40/10  
 h: logements roulements,  
 fer plat 20 x 4 cintré  
 i: 4 crochets d'ancrage  
 j: chapeau de protection  
 k: anneau butée; fer rond 12



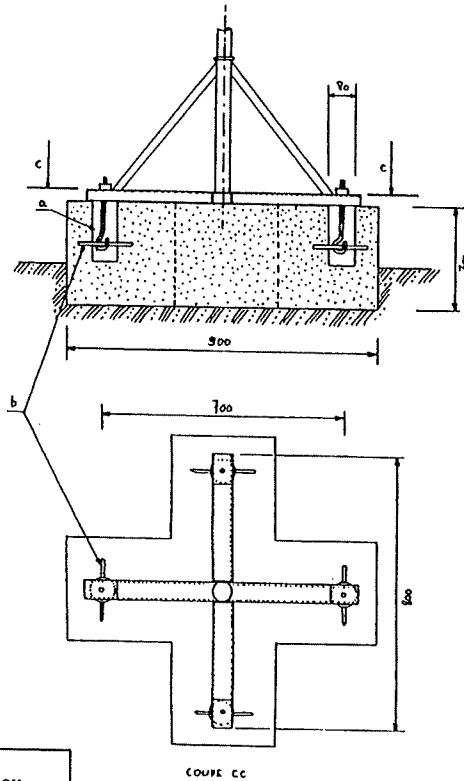
ROULEMENTS PIVOT CENTRAL

a: arbre diamètre 40  
 b: tube 70/80;  
 c: logements roulements,  
 fer plat 20 x 4 cintré

d: roulement à billes 40/80/20  
 e: roulement rouleaux coniques 40/80/20  
 f: anneau butée;  
 fer rond 12

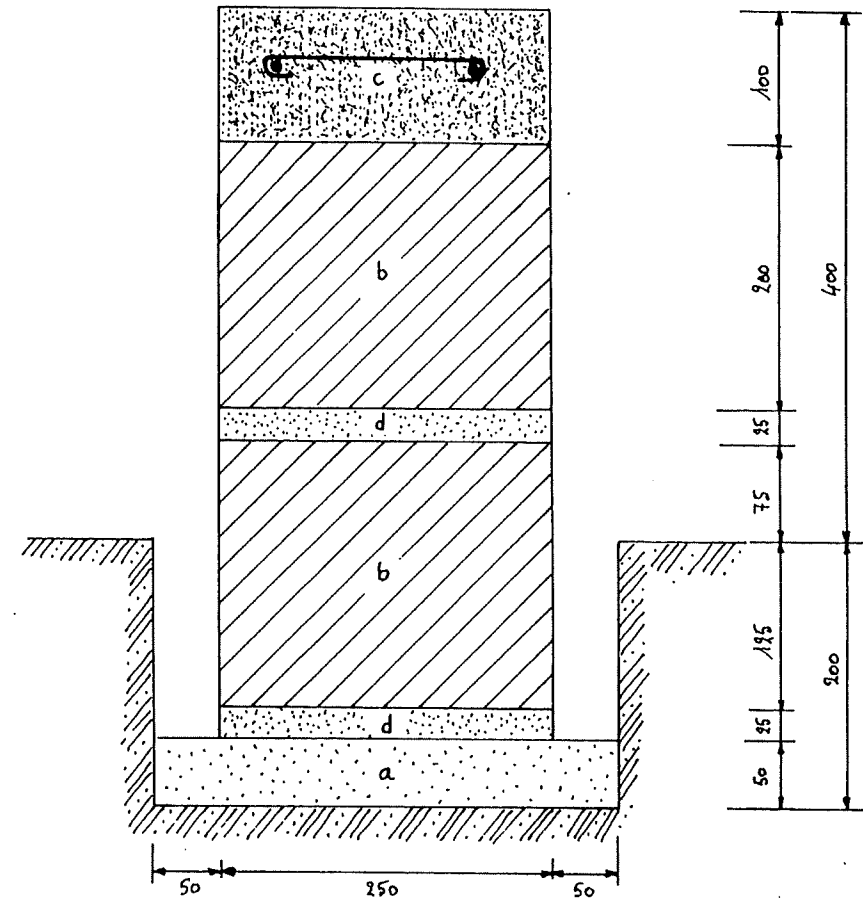
## OUVRAGE MAÇONNERIE :

La piste est composée d'une construction en briques posée sur une semelle de propreté enterrée et recouverte d'une bande de roulement.



a: réservation  
b: fer 14

SUPPORT PIVOT CENTRAL



PISTE CIRCULAIRE

a: semelle propreté dosée à  $150 \text{ kg/m}^3$   
b: brique  $40 \times 25 \times 20$   
dosée à  $200 \text{ kg/m}^3$

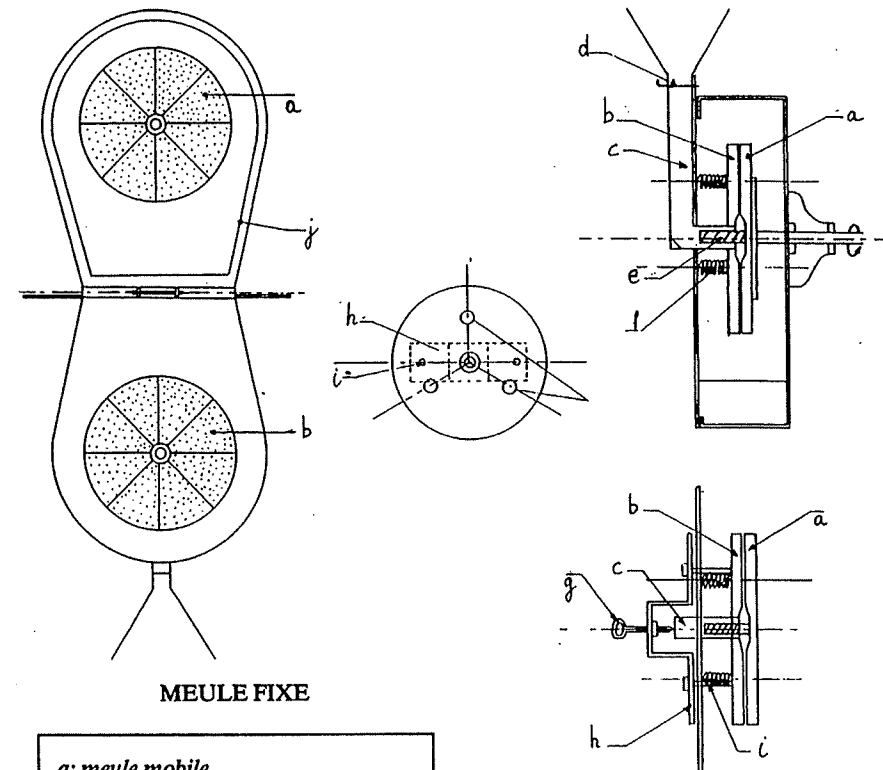
c: bande roulement dosée à  $350 \text{ kg/m}^3$   
ferrillée fer béton 6 + épingle /30 cm  
d: joint dosé à  $200 \text{ kg/m}^3$

Deux difficultés techniques nécessitent les compétences de maçons confirmés :

- l'horizontalité de la piste et de la croix-support et le calcul de leur hauteur par rapport au sol;
- l'obtention d'une piste bien circulaire qui nécessite l'utilisation d'un cordeau relié à l'axe du pivot, outil que peu de maçons semblent utiliser.

## MOULIN

### MOULIN À MEULES GUEYE: SCHÉMA DE PRINCIPE



MEULE FIXE

*a: meule mobile  
b: meule fixe  
c: goulot d'alimentation  
d: trappe de réglage du débit d'alimentation  
e: vis hélicoïdale d'amenée du grain  
f: 3 ressort d'équilibrage de meule (ressort de soupape)  
g: vis de réglage des meules*

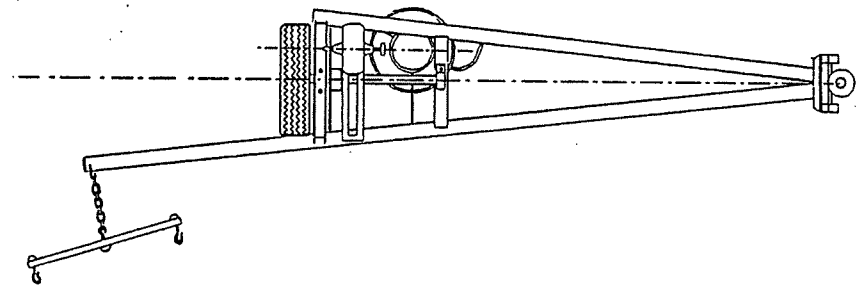
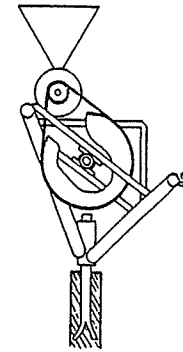
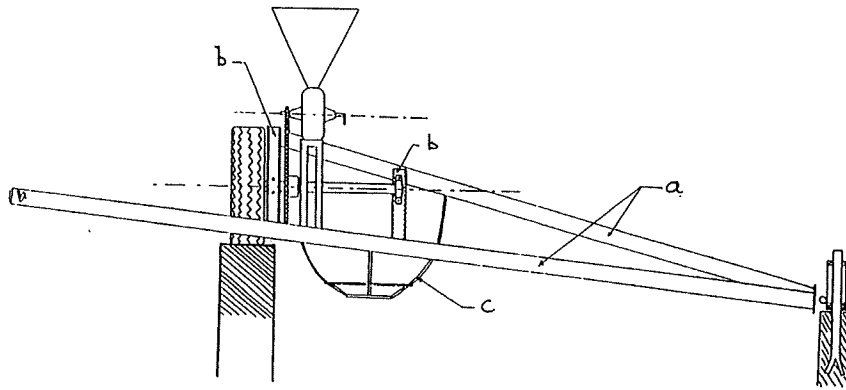
### SYSTÈME DE RÉGLAGE DE FINESSE DE MOUTURE

*h: plaque solidaire de la meule fixe  
i: vis de liaison plaque h / meule  
j: cage du moulin (tôle 40/10)*

Un modèle de moulin à traction animale "allégé" a été proposé : nous présentons les croquis correspondants ci-dessous.

**MOULIN A MANÈGE ALLÉGÉ,  
PROPOSITION B. LONGUMARRE**

a: tube rond diamètre 60  
b: UPN 60  
c: fer rond diamètre 8



## CONDITIONS DE FABRICATION

Tous les moulins installés actuellement au Sénégal ont été fabriqués par Ch. GUEYE, artisan à Gossas. Les systèmes sont construits sur commande, l'artisan demandant une avance équivalente au prix des matériaux; le solde est payé à la livraison.

La matière première nécessaire pour un manège est achetée à la ville voisine. Les profilés et les fers à béton sont achetés neufs, les autres matériaux auprès des récupérateurs. A titre indicatif, on peut citer : 12,79 m d'UPN 60, une barre de 12 de 12 m, 6 m de cornière 40 (récupération), 4 m de tube 35 (récupération), 80 cm de tube 60, 1,70 m arbre 40, tôle, bois rouge, paliers, roulements, 1 pignon (15 à 19 dents), 1 couronne (57 à 76 dents), 1 chaîne, 1 roue de voiture, etc.

L'approvisionnement ne pose pas de problème particulier si ce n'est celui des pignons, parfois rares.

Le coût de la matière première s'élève à 180 000 F CFA auxquels on doit ajouter le prix du transport: 7 000 F CFA.

Le moulin à manège est actuellement construit en 12 jours, ce qui porte son coût de fabrication à 60 000 F CFA. La journée de travail est en effet estimée par l'artisan à 5 000 F CFA, main-d'oeuvre et charges comprises.

La fabrication du moulin lui-même nécessite :

- 1/2 m<sup>2</sup> de tôle 40/10,
- 1 roulement à billes,
- 1 roulement à rouleaux coniques,
- 4 ressorts de soupape,
- 1 arbre de L5,
- fer plat, tube, tôle, joints, boulons, écrous...

Le coût de la matière première s'élève à 30 000 F CFA environ, auxquels on doit ajouter le prix de la paire de meules de corindon: 18 000 F CFA.

Au total, le moulin revient donc à 63 000 F CFA environ, en comptant 15 000 F CFA de coût de fabrication pour trois jours de travail. Rappelons que le moulin Criquet-Beroujon-Moulis importé revient, arrivé à Dakar, à 180 000 F CFA hors taxes, soit près de trois fois plus.

L'équipement nécessaire à la fabrication du système est réduit à un poste à souder, une perceuse, ainsi que les outils à main classiques d'un menuisier métallique.

La fabrication elle-même ne pose pas de problème spécifique ; seule la découpe de profilés est pénible et pourrait ultérieurement être mécanisée. Les compétences nécessaires consistent en une bonne maîtrise de la soudure et des mesures.

Voir pages suivantes les plans du moulin, de l'ouvrage en maçonnerie et du manège (d'après un rapport d'ENDA).

## **ANNEXE 3**

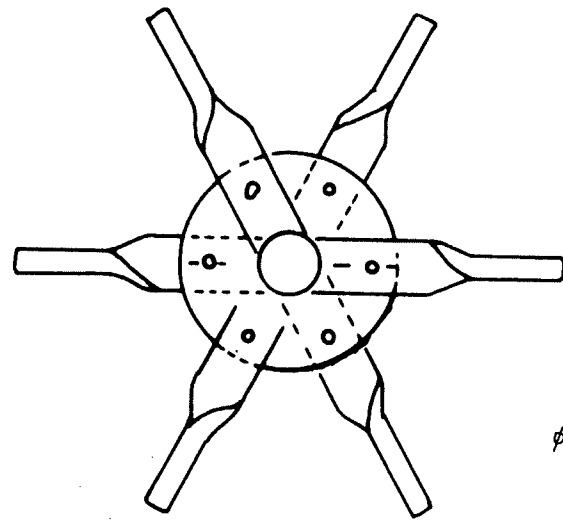
# **CONSTRUCTION LOCALE DE MOULINS A MOTEUR**

---

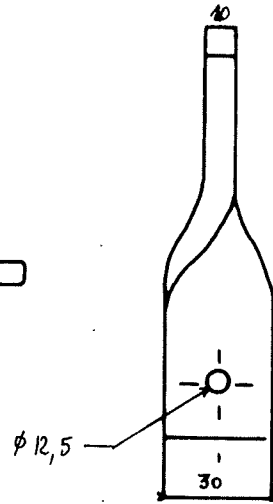
Bureau International du Travail  
Projet SEN/82/004 - Dakar / DP. 414  
Groupements Précoopératifs de Fermes en Milieu Rural

Ces broyeurs à marteaux ont sensiblement les mêmes performances que les broyeurs classiques importés au Sénégal. Ils peuvent donc être utilisés dans les mêmes conditions.

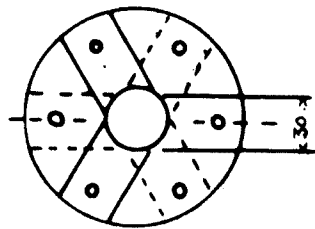




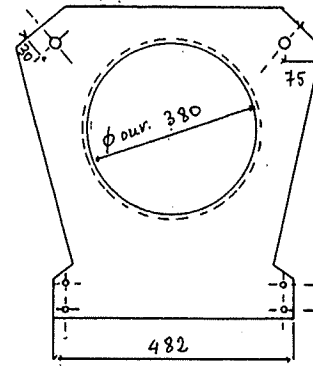
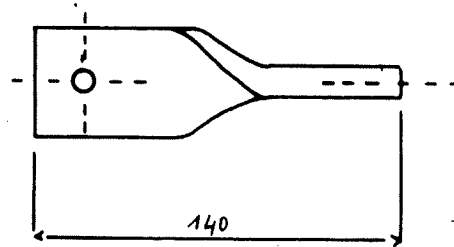
**ROTOR ET MARTEAUX**



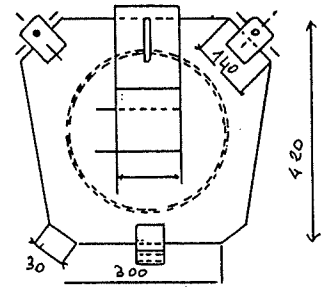
**MARTEAU**



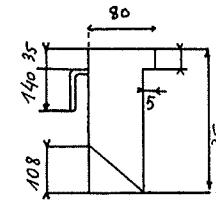
**ROTOR**



**CORPS FACE**

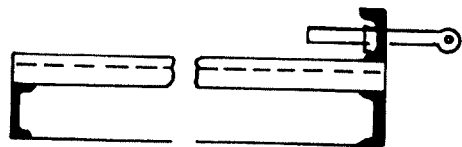
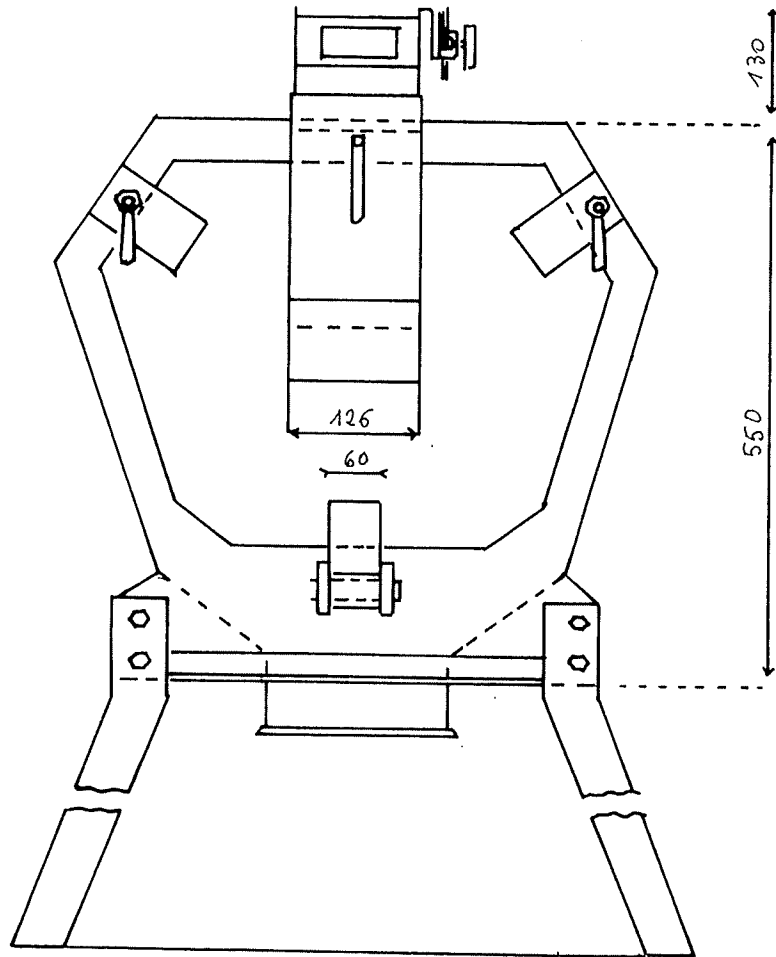


**PORTE**

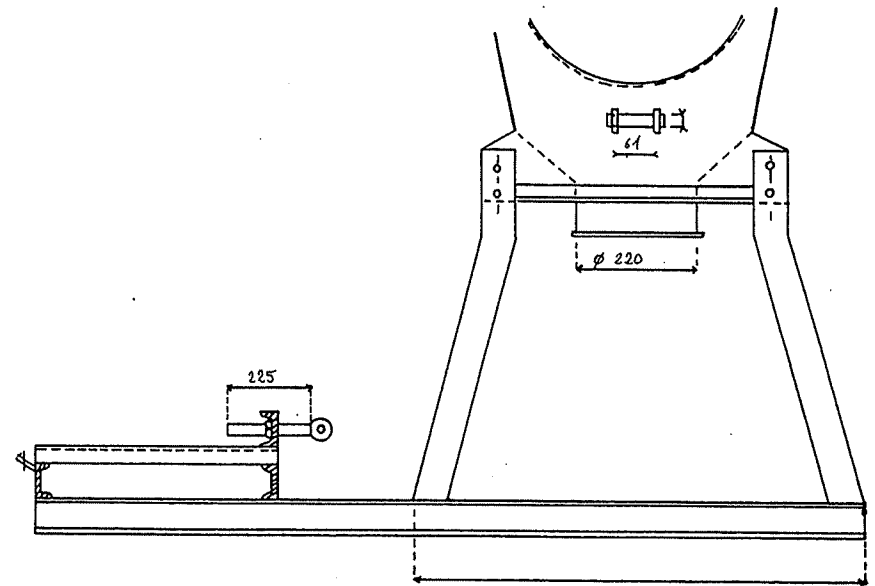


**GOULOTTE**

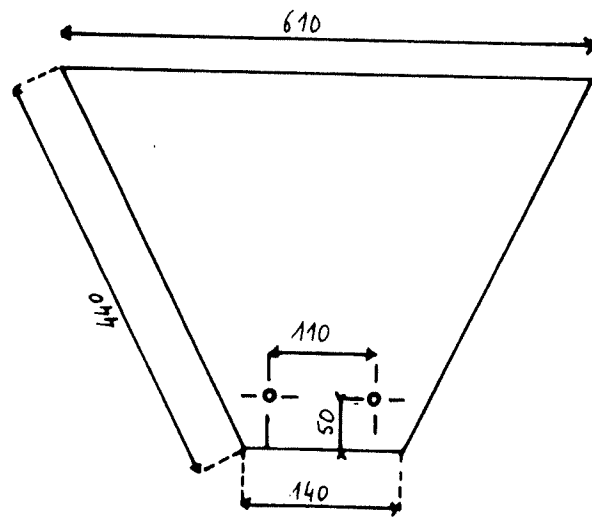
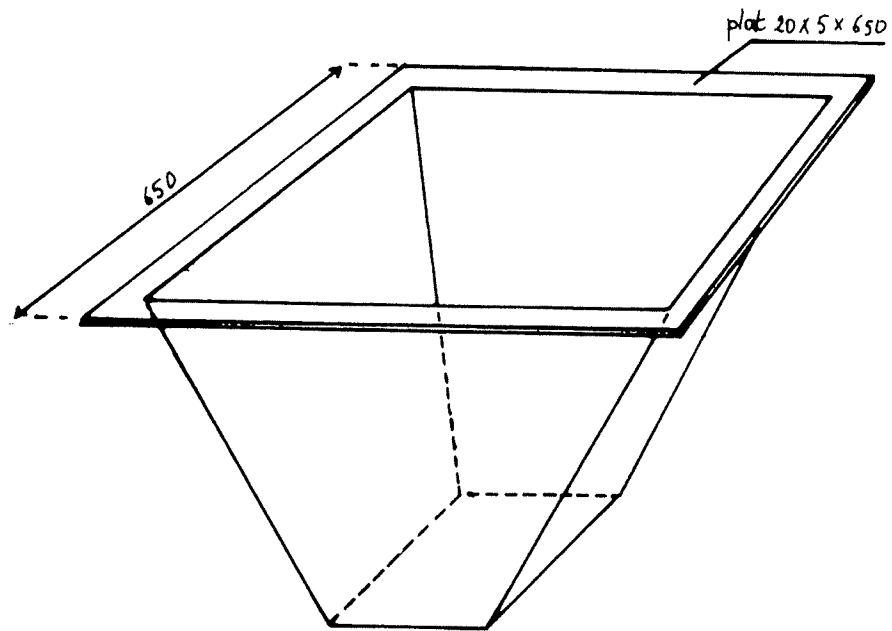
**CORPS CARCASSE**



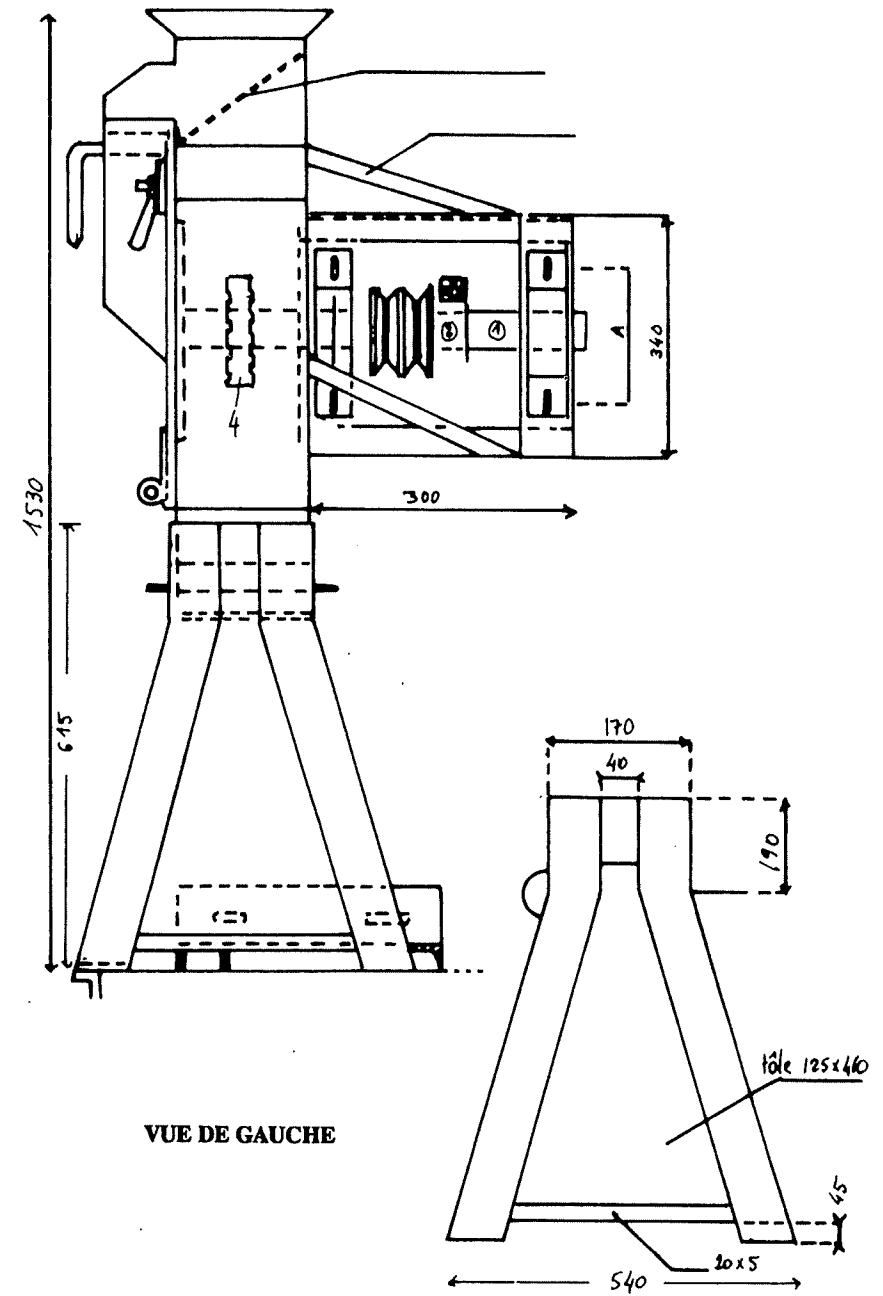
CARCASSE VUE DE FACE



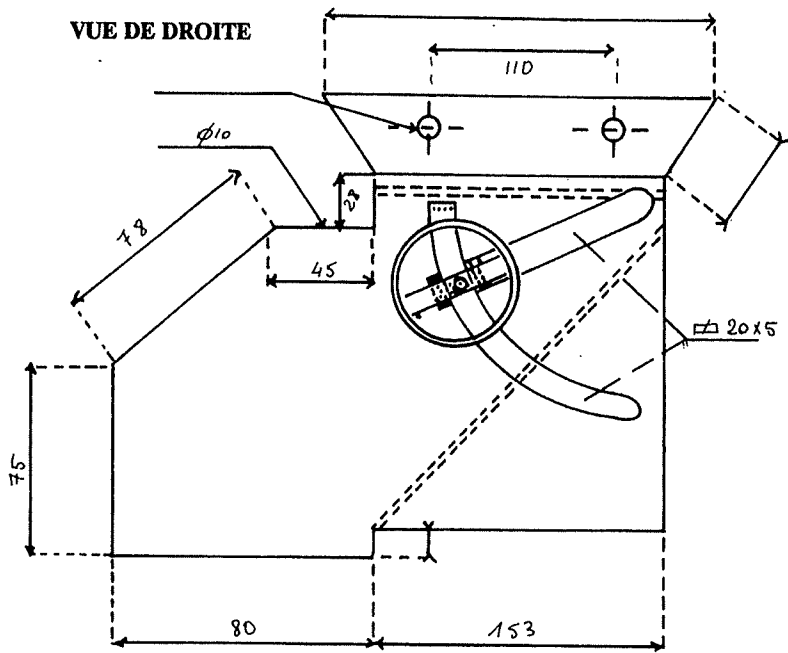
EMPATTEMENT VUE DE FACE



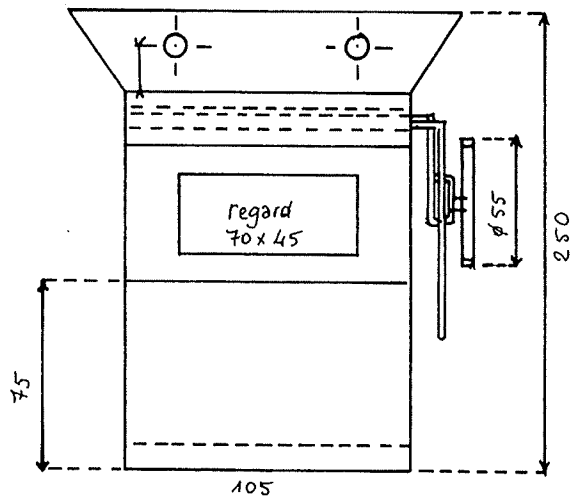
TREMIE



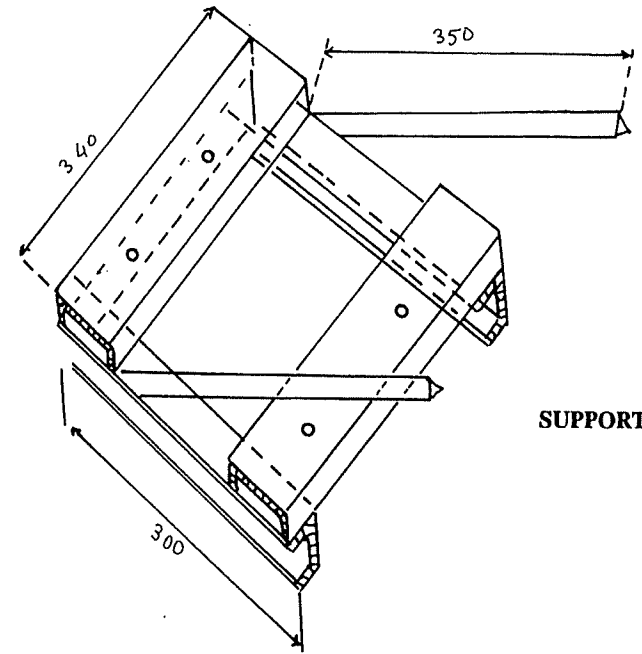
VUE DE GAUCHE



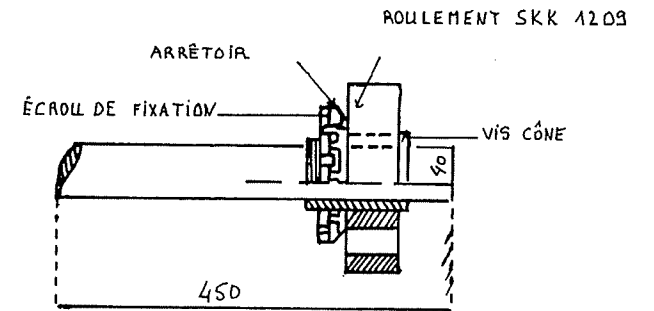
**VUE DE FACE**



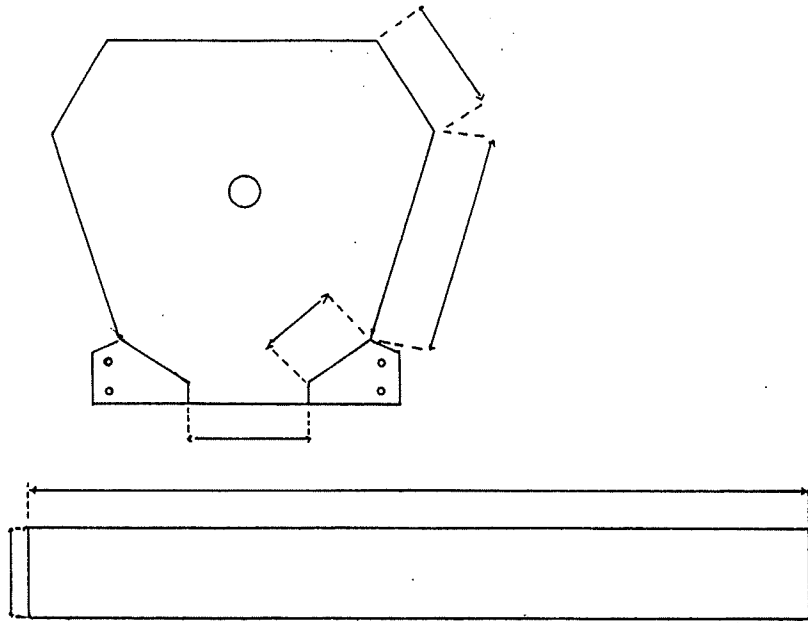
**SUPPORT TREMIE**



**SUPPORTS PALIERS**

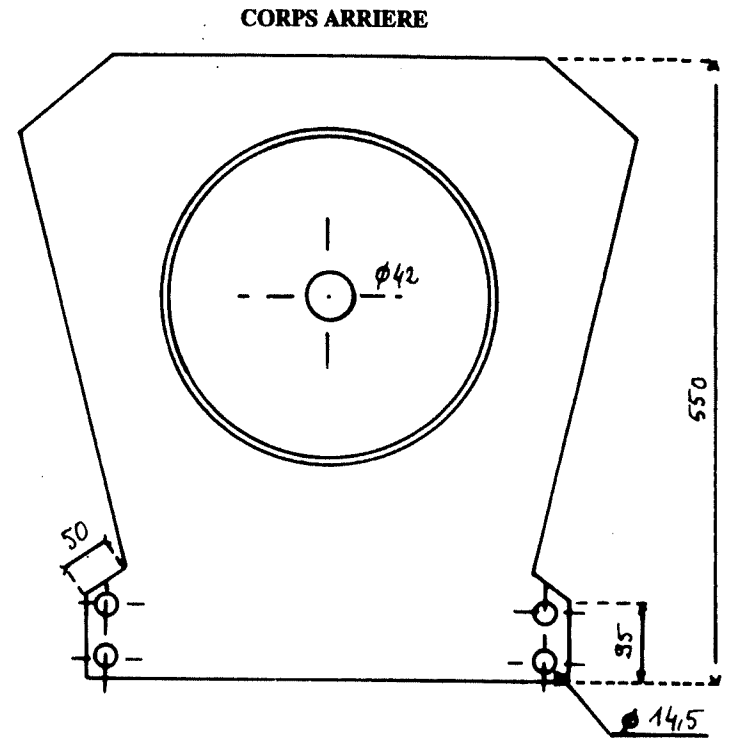


**ARBRE ET ROULEMENTS**

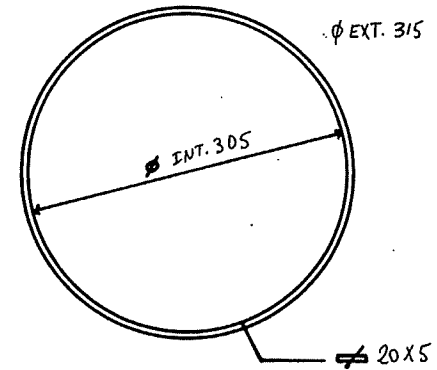


CARCASSE

DEVELOPPEMENT EPAISSEUR CORPS



CORPS ARRIERE



FIXATION TAMIS

CARCASSE

## MATÉRIAUX NÉCESSAIRES A LA FABRICATION DU MOULIN A MIL

### COUPE PAR UNITE

CARACTÉRISTIQUES	QUANTITÉS POUR UN MOULIN
Tôle laminée à chaud 5 mm	1 feuille de 2 x 1 m
Tôle laminée à chaud 3 mm	1 feuille de 2 x 1 m
Tôle laminée à chaud 2 mm	1/2 feuille de 2x1/2m
Fer plat de 60 x 10 mm	1 mètre
Fer plat de 30 x 8 mm	2 mètres
Fer plat de 20 x 5 mm	8 mètres
Fer rond de 16 mm	1 mètre
Fer cornière de 60 x 60	4 mètres
Fer cornière de 45 x 45	4 mètres
Fer à U de 80 x 40	12 mètres
Fer rond de 40 cm	1 unité
Fer rond acier de 100 x 100	1 porte ailette 120
Tôle perforée 1 mm, tamis farine	2 tamis
Tôle perforée 2 mm, tamis mil	1 tamis brisures mil
Tôle perforée 4 mm, tamis maïs	1 tamis brisures
Tôle perforée 7 mm, tamis arachide	1 tamis arachide
Poulie arbre do 17	1 unité
Paliers SKF 3 509	2 unités
Roulements 1209 K	2 unités
Manchons	2 unités
Arrêt graisse jeu de 4	2 unités
Silent Bloc moteur	4 unités
Courroies de 17	2 unités
Etuis électrodes	2 unités
Peinture anti-rouille	1 kg
Peinture glycérophthalique	1 kg
Boulons 14 x 60 avec écrous et rondelles	18 unités

Boulons 12 x 50 avec écrous et rondelles	12 unités
Boulons 12 x 30 avec écrous et rondelles	4 unités
Boulons 10 x 30 avec écrous et rondelles	6 unités
Boulons 8 x 30 avec écrous et rondelles	4 unités
Graisse	Graisse

## ANNEXE 4

# PLANS DE CONSTRUCTION D'UN MOULIN A MARTEAUX

---

(D'après J.C. BARNEAUD, G.R.E.T., Cellule A.P.E.)

Ce broyeur à marteaux a été conçu à partir du constat suivant : beaucoup d'engins, installés dans des villages, ont une capacité trop grande par rapport à l'utilisation qui en est faite. Ceci entraîne des coûts d'investissement et de fonctionnement élevés, rendant difficile la rentabilité.

Ce broyeur est donc de capacité plus petite que ceux que l'on rencontre habituellement. Il peut être utilisable dans de plus petits villages.

## CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

- **Capacité de traitement** : 100 kg/heure (maïs, mil, sorgho, manioc)
- **Puissance maximale** :
  - moteur monophasé : 3 ch, 3 000 t/mn
  - moteur thermique : 3,5 ch, 3 800 t/mn

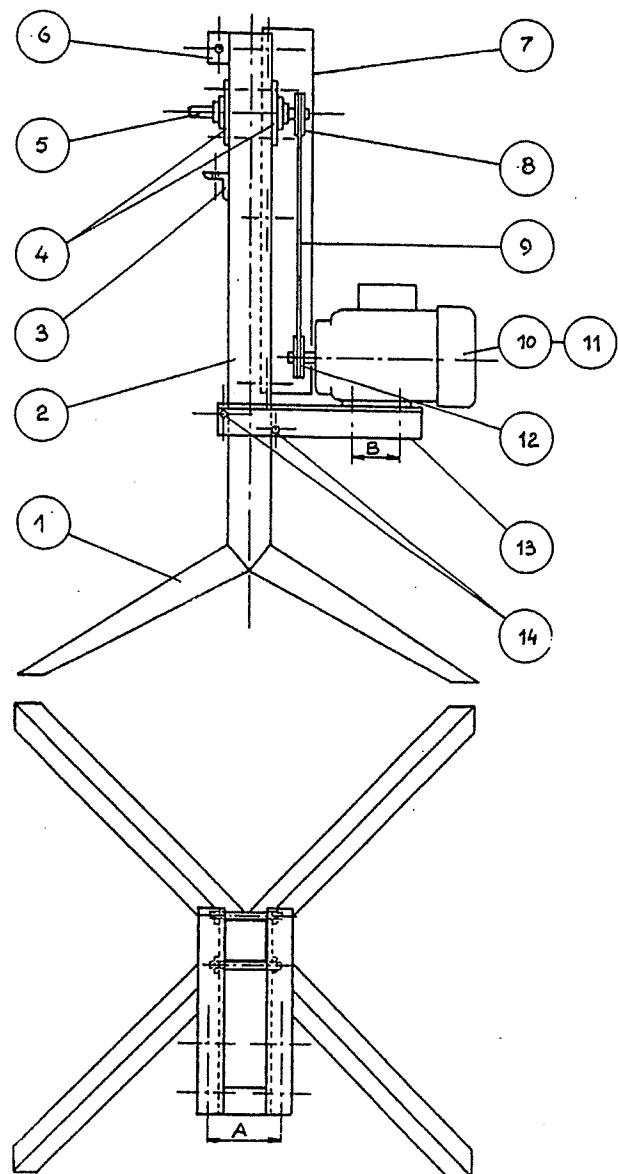
## CONCEPTION DU MOULIN

- Le moulin est réalisé en tôle mécano-soudée de 3 mm maxi pour l'essentiel du corps.
- La transmission de mouvement utilise des composants mécaniques standards, courants, de faible coût.
- On s'attache à limiter les usinages aux seules opérations de perçage en précision courante.
- Le moulin reçoit des tamis interchangeables adaptés au produit à traiter (0,5- 0,7 - 1 - 1,5mm).
- Le moulin est équipé d'un rotor muni de marteaux fixes ou mobiles interchangeables, adaptés au produit à traiter.
- Le moulin est monté sur un bâti fixe, pouvant accepter soit un moteur électrique, soit un moteur thermique.
- Une attention particulière est portée au système de réglage de l'alimentation du moulin en produit à traiter. Après réglage, l'écoulement en produit à traiter doit pouvoir rester constant sans intervention de l'utilisateur.
- Toutes les parties tournantes sont protégées par des carters de protection.

## PRIX DE VENTE DU MOULIN

Le prix de vente maximal ne doit pas dépasser 500 000 F CFA, soit un coût de production d'environ 385 000 F CFA.

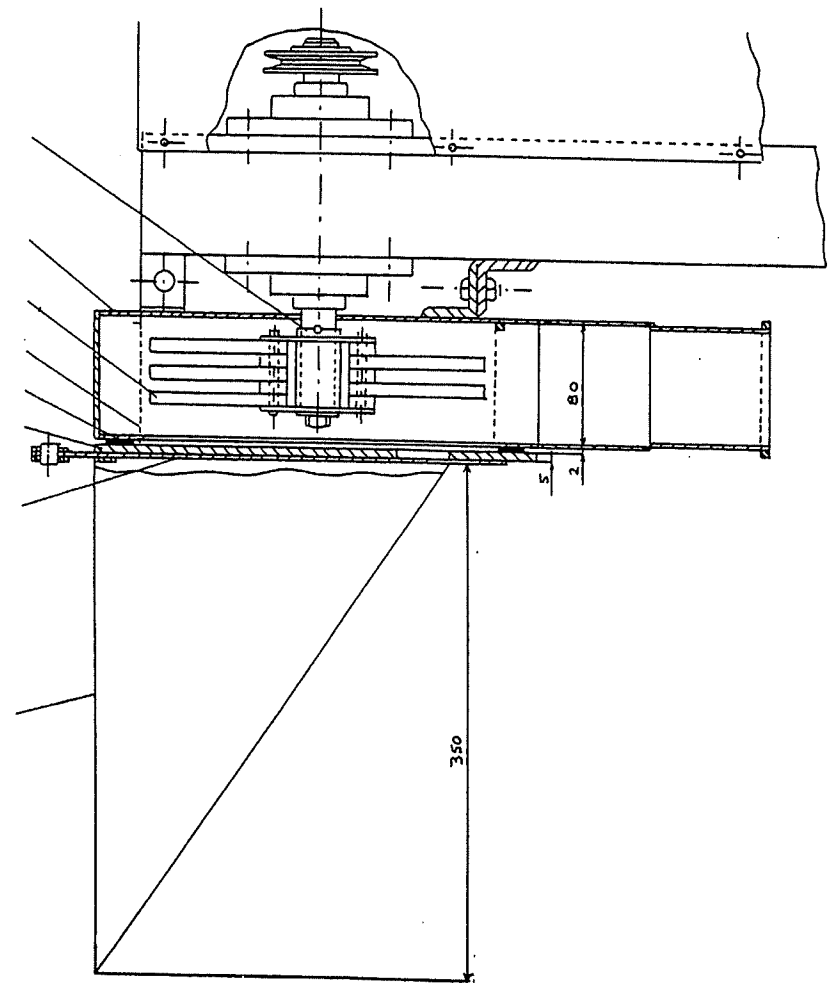
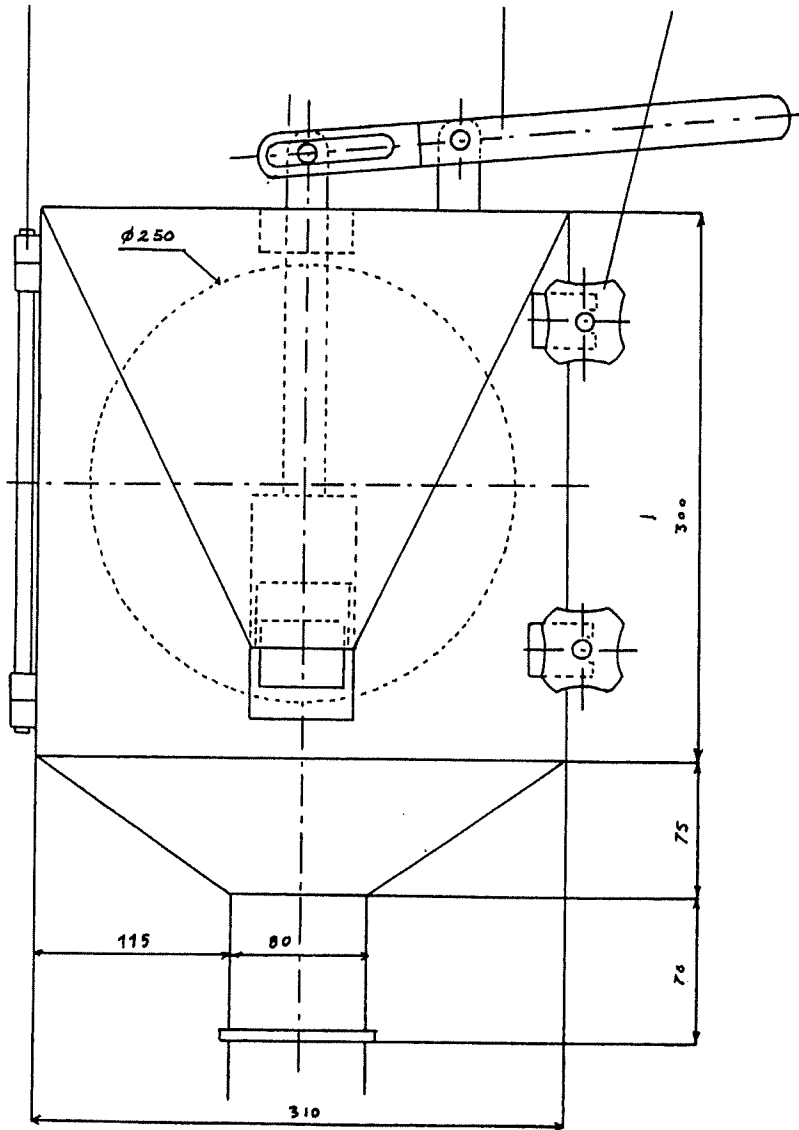




BATI POLYVALENT

## BATI POLYVALENT

Rep	Nb	Désignation
1	4	Pieds
2	1	Mât central
3	1	Cornière de fixation
4	2	Palier applique UCFL 205
5	1	Arbre 25
6	1	Butée
7	1	Carter de protection
8	1	Poulie à moyeu amovible
9	1	Courroie trapézoïdale
10	1	Moteur électrique 220 V, 3 ch, 3 000 t/mn
11	1	Moteur thermique 3,5 ch
12	1	Poulie à moyeu amovible
13	1	Support moteur
14	2	Boulons de fixation

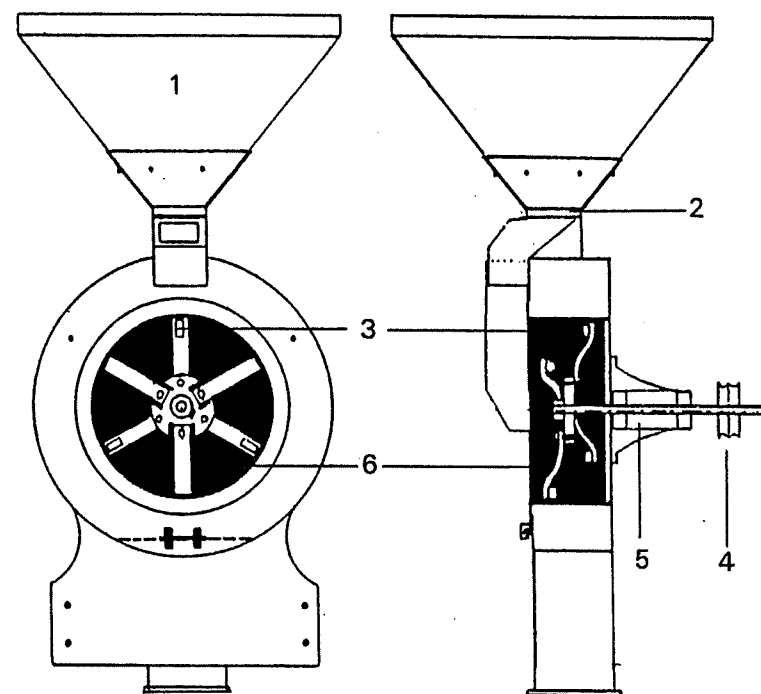


MOULIN A MARTEAUX

## MOULIN A MARTEAUX

Rep	Nb	Désignation
1	1	Trémie d'approvisionnement
2	1	Trappe de réglage
3	1	Porte
4	1	Joint d'étanchéité
5	4	Grille 0,5, 0,7, 1, 1,5
6	10	Marteaux
7	1	Corps du broyeur
8	1	Rotor
9	2	Charnières
10	1	Commande de réglage
11	2	Bouton basculant

### BROYEUR A MARTEAUX ARTISANAL (Source ENDA-Relais Technologique)



- 1 Trémie
- 2 Trappe de réglage du débit d'alimentation
- 3 Marteau
- 4 Poulie
- 5 Moyeu de camion
- 6 Tamis circulaire
- 7 Porte

## **ANNEXE 5**

# **L'ENTRETIEN DU MOULIN ET DE SON MOTEUR**

---

D'après : ENDA "Utilisation et entretien du broyeur à marteaux et de son moteur" (fiche technique).

Les fiches techniques d'ENDA sont disponibles auprès de ENDA (Relais Technologique), BP 3370 DAKAR SÉNÉGAL.

## ENTRETIEN QUOTIDIEN

- Vérifier les niveaux d'huile et de carburant : lire la jauge, compléter avec de l'huile neuve.
- Vérifier et nettoyer le filtre à air.
- Filtrer le carburant pour éviter de mettre des corps étrangers dans le moteur.
- Faire le plein de carburant au début de chaque séance, ne pas attendre que le réservoir soit vide. Si le réservoir est vide, les saletés déposées au fond sont aspirées et pénètrent dans le filtre.
- Ne pas faire le plein lorsque le moteur est en marche, si un peu de carburant coule sur le moteur chaud et qu'une étincelle se produit, l'incendie est probable.
- Mise en marche / arrêt du moteur : faire tourner le moteur au ralenti à chaque mise en marche. Sauf en cas d'accident, ne pas arrêter brutalement. Eviter autant que possible les changements de régime brutaux.
- Avant chaque client : vérifier l'humidité des grains afin d'éviter les risques de colmatage des tamis ou des meules. L'humidité peut être appréciée en serrant dans la main une poignée de grains. Puis on retourne la main, paume vers le bas, en écartant les doigts. Quelques grains seulement doivent rester collés à la paume, tandis que le reste retombe dans le plat. Dans le cas contraire, il faut faire sécher le grain avant de le moudre.

## ENTRETIEN HEBDOMADAIRE

- Nettoyer au pinceau ou au petit balai l'intérieur et l'extérieur du moulin pour enlever la vieille farine et les impuretés qui pourraient contaminer la farine propre.

- Changer le sac de réception de la farine : un sac sale peut donner mauvais goût à la farine.
- Vérifier le serrage des boulons que les vibrations ont pu faire bouger.
- Vérifier l'état d'usure des grilles.
- Vérifier la tension des courroies.
- Vérifier le réglage de l'écartement des meules.

## ENTRETIEN PÉRIODIQUE

- Vidanger l'huile du moteur (à faire quand le moteur est chaud car l'huile est plus fluide). Utiliser de l'huile neuve.
- Remplacer le filtre à air.
- Remplacer la cartouche filtrante de carburant.
- Régler les soupapes.

## ENTRETIEN PARTICULIER AUX MOULINS À MEULES ET AUX BROYEURS À MARTEAUX

### Moulins à meules

- Régler l'écartement en fonction du produit fini attendu (se-moule, farine...).
- Réaffûter les meules métalliques, rhabiller les meules de corindon. Lors du remontage des meules, vérifier leur parallélisme.

### Broyeurs à marteaux

- Retourner les marteaux usés. Pour éviter les vibrations dues au déséquilibre, il faut retourner les marteaux dans l'ordre, tous ensemble. Vérifier que dans chaque cas la face tranchante se trouve bien dans le sens de rotation du broyeur.
- Vérifier l'état d'usure des grilles : une grille perforée laisse passer le grain non broyé. Une grille usée diminue le débit du moteur et augmente la consommation de carburant.

## STOCK DE PIÈCES DÉTACHÉES

Dans la mesure du possible, le meunier doit avoir à sa disposition :

- un fût réservoir de carburant,
- un bidon réservoir d'huile,
- des clés de démontage du moteur,
- une grille et un jeu de marteaux ou un jeu de meules,
- une cartouche filtrante pour carburant, un filtre à air.

## ANNEXE 6

### FICHES DE COMPTABILITÉ DES MOULINS

---

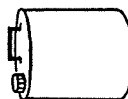

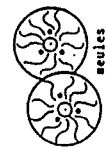




Source : W. Altarelli Herzog

On trouvera ci-après quatre types de fiches :

- deux fiches des dépenses de la semaine,
- une fiche des tickets vendus dans la journée,
- une fiche de compte d'exploitation récapitulative mensuelle, en français et en langue locale.

Les trois premières fiches ont été conçues pour être remplies par les analphabètes à qui l'on dispenserait une formation de courte durée, tandis que la quatrième doit être remplie par un villageois, de préférence une femme, lettré(e) ou alphabétisé(e) ou, à défaut, par l'encadrement.

Au cas où les membres du comité de gestion seraient lettrés, les fiches 1, 2 et 3 pourraient être simplifiées.

MOULIN A MIL DE ..... 19 .. Mois Semaine					TOTAL
					
					
					
	100				
	50				
	25				
	10				
	5				
	TOTAL				

MOULIN A MIL DE ..... DEPENSES PAR SEMAINE (SUITE)

19 ..

Mois Semaine									TOTAL
pétrole									
TOTAL									
REPORT FEUILLE 1									
TOTAL									

MOULIN A MIL DE ..... Fiche sur laquelle on inscrit les tickets vendus.

19 ..

Mois Semaine				TOTAL
TOTAL				



## COMPTE D'EXPLOITATION MOULIN

### Kunannangu lig baan tili

Moulin de  
Dogu \_\_\_\_\_ nannangu  
mois de \_\_\_\_\_ Année  
maalo \_\_\_\_\_ binli \_\_\_\_\_

RECETTES lig-kuake		DÉPENSES lig-biake	
1ère semaine	: _____:	Gazole :	: _____:
cicil dan leler	: _____:	gaasuali	: _____:
2ème semaine	: _____:	Huile	: _____:
dana lele mi lie	: _____:	Kpama	: _____:
3ème semaine	: _____:	Meules	: _____:
dana lele li ta:	: _____:	bindi	: _____:
4ème semaine	: _____:	Transport	: _____:
dana lele mi na	: _____:	sancen ligi	: _____:
5ème semaine	: _____:	Pièces de rechange :	: _____:
dana lele mi mu	: _____:	titialedi kaadi	: _____:
		Salaire mensuel	: _____:
		inma pani	: _____:
		Salaire mécanicien :	: _____:
		makanisien pani	: _____:
		Frais divers	: _____:
		bontoal âni	: _____:
		Echéance	: _____:
		kunannangu ligi	: _____:
<b>TOTAL</b>	: _____:	<b>TOTAL</b>	: _____:
<b>kukuli:</b>	: _____:	<b>kukuli Fâa :</b>	: _____:
Solde	: _____:	Solde antérieur	: _____:
pan dienkaali	: _____:	pan kpeli	: _____:
Total en caisse	: _____:		: _____:
yaalin ye kukpakun ni	: _____:		: _____:

## ANNEXE 7

### EXEMPLES D'INSTALLATIONS DE MOULINS A TRACTION ANIMALE (Sénégal)

D'après ENDA Relais Technologique : Rapport d'évaluation "Expérimentation et diffusion de moulins à manège à traction animale au Sénégal", 1986.

On trouvera ici deux études de cas concernant deux moulins au Sénégal (assistance technique d'ENDA).

## N'GAN

### 1. Présentation du village

- **Population** : 24 carrés dans le village, soit environ 240 habitants
- **Ethnie** : Sérères du Siné
- **Situation géographique** : 15 km de Kaolack, village à 1 km de la route Fatick-Koalack
- **Céréale consommée** : mil Souna essentiellement
- **Animaux disponibles** : ânes et chevaux
- **Organisations sociales** : association de femmes (23 femmes représentant 14 carrés) ; association d'hommes.
- **Équipements dans le village** : un manège exhaure à traction animale (sahores) pour le périmètre maraîcher des hommes ; il n'existe de moulin à moteur ni à N'Gan, ni dans les villages proches.

### 2. Origine de la demande

Michel DOUDOU SENE, membre de l'AJASS, Association des Jeunes Agriculteurs du Siné Saloum et membre du groupement des hommes de N'Gan, a vu le premier prototype de moulin à manège à Loumbel Kelly, lors de visites dans ce village (réunions AJASS). Ce modèle est apparu intéressant mais ne donnait pas entière satisfaction. Michel DOUDOU SENE s'est alors renseigné sur l'avancement de la mise au point du système. Celle-ci étant acquise, il a été décidé, lors d'une réunion du village, d'y installer un nouveau prototype. La participation, égale au coût de l'ouvrage maçonnerie, a alors été acceptée, le groupement traditionnel des femmes décidant d'utiliser le fonds disponible dans la caisse pour payer cet ouvrage (50 000 F CFA). Ce groupement est composé de 23 femmes représentant 14 carrés du village. Chaque femme cotise 100 F chaque quin-

zaine. Cet argent est prêté à crédit pendant l'hivernage et sert à un fonds de roulement pour une activité de teinturerie.

### 3. Mise en place du moulin à manège

Quelques réunions d'information, animées par Astou FAYE et François PROTTE, ont précédé l'installation du système. Les discussions ont porté sur la gestion des animaux, la préparation du grain, etc.

Le moulin à manège a été mis en place à la fin du mois d'août 1985. Il est équipé d'un moulin CRIQUET D3. Le rapport de multiplication axe de roue / axe de moulin est de 4 (76/19).

Le système est installé sur une place du village, partiellement à l'ombre d'un arbre.

### 4. Organisation autour du système

- **Gestion des animaux** : chaque femme amène son animal (âne ou jument). Si celui-ci est indisponible, elles empruntent à une voisine, sinon elles préfèrent pousser avec des enfants plutôt que de piler car c'est plus rapide et plus facile.
- **Personnes responsables** : les deux femmes qui avaient été déléguées à Loumbel Kelly sont de fait responsables du moulin à manège. Parallèlement, un homme assure l'entretien mécanique et le suivi général de la machine (Babou sene).
- **Gestion financière** : les utilisatrices n'ont pas constitué de caisse spécifique pour le moulin à manège. Elles comptent utiliser la caisse du groupement traditionnel pour payer les coûts de fonctionnement. Cette caisse reçoit théoriquement 4 600 F CFA par mois.
- **Conditions d'accès au moulin** : seules les femmes ayant cotisé pour l'ouvrage maçonnerie, c'est-à-dire celles qui sont membres du groupement, peuvent avoir accès au moulin à manège. Quatorze carrés sur vingt-quatre bénéficient donc du système. Cependant, les femmes du village pensent à se cotiser pour acquérir une seconde machine. Celle-ci sera alors payée entièrement par le village.

## 5. Bilan du fonctionnement du moulin à manège de N'Gan

Depuis son installation, le moulin à manège de N'Gan fonctionne environ 6 heures par jour, le matin et le soir. Si, dans les premières semaines d'utilisation, les femmes remarquaient une différence de goût de la farine obtenue par le moulin (légèrement sucrée) par rapport à celle obtenue au mortier-pilon, elles affirment aujourd'hui que cette différence a disparu.

Au cours de cette période, une seule panne a été enregistrée. Il s'agissait de la casse du moyeu de roue (moyeu SISMAR). La réparation a été effectuée par Cheikh GUEYE.

Au dire des utilisatrices, le moulin à manège donne pleine satisfaction. Il permet un allègement sensible du travail, comme l'explique une femme :

"Avec la machine, on se lève moins tôt. Avant, je me levais à 6 heures du matin, maintenant je me lève à 8 heures."

Il est à noter ici que les femmes de N'Gan jouent un rôle actif dans la diffusion des moulins à manège dans d'autres villages. Elles reçoivent de nombreux visiteurs d'une part et, d'autre part, participent à la formation de femmes d'autres villages devant acquérir un système.

## DIOKOUL

### 1. Présentation du village

- **Population** : 50 carrés dans le village.
- **Ethnie** : Sérères du Saloum.
- **Situation géographique** : 18 km de Kaolack ; village à environ 6 km de la route Fatick-Kaolack.
- **Céréale consommée** : mil Souna essentiellement.
- **Animaux disponibles** : ânes et chevaux.
- **Organisations sociales** : groupement villageois (41 familles représentant 21 carrés).
- **Équipements dans le village** : pas d'équipement spécifique ; pas de moulin à moteur, ni à Diokoul, ni dans les villages voisins.

### 2. Origine de la demande

Moussa N'DIAYE, habitant de Diokoul et Conseiller du Chef de la Communauté Rurale, a eu connaissance du moulin à manège de N'Gan. Il en a informé son village au cours d'une réunion des femmes. Deux de celles-ci sont allées à N'Gan en délégation avec quelques kilos de mil et de maïs pour faire des essais. A leur retour, une réunion de l'ensemble des villageois a été tenue pour décider de moyens à mettre en oeuvre pour acquérir le système et de l'organisation entre les femmes pour l'utiliser.

Il a alors été décidé de payer l'ouvrage maçonnerie avec les revenus tirés de l'exploitation par les femmes d'un champ collectif, complétés par une cotisation. En fait, seuls les membres du groupement ont participé à ce financement.

Les hommes ont apporté leur contribution en préparant les briques et en constituant l'ouvrage maçonnerie.

Astou FAYE et François PROTTE ont animé plusieurs réunions d'information à la suite desquelles il a été décidé de diviser le village en trois sous-groupes, chacun utilisant le moulin à tour de rôle.

### 3. Mise en place du moulin à manège

L'installation a été réalisée vers le 15 janvier 1986. Le système est équipé d'un moulin CRIQUET D3 et le rapport de multiplication est de 3,8 (57/15). Il est situé sur la place principale du village.

### 4. Organisation autour du système

- **Gestion des animaux** : contrairement aux autres villages, les femmes de Diokoul utilisent les animaux disponibles, sans distinction de propriété.

Là encore, le problème du risque d'indisponibilité des animaux en hivernage a été soulevé. Les femmes évoquent la faiblesse du bétail en début des pluies, au moment où les pâtures sont encore insuffisantes alors que les animaux sont très sollicités pour les cultures.

Aussi les femmes n'excluent-elles pas d'utiliser le moulin à manège en le poussant à la main et demandent s'il est possible, dans ce cas, de diminuer légèrement l'effort de traction.

- **Personnes responsables** : les deux femmes envoyées en délégation à N'Gan sont, de fait, responsables de la machine.

Un "mécanicien" est chargé du suivi du système.

- **Gestion financière** : aucune caisse spécifiquement destinée au moulin n'a été créée. Toutes les femmes cotisent en fait, à divers moments de l'année, à une caisse commune. Celle-ci doit servir à payer les réparations et l'entretien du moulin.

## ANNEXE 8

### EXEMPLES D'UTILISATION DE MOULINS MOTORISÉS

D'après : Collectif "Séminaire sur les moulins des groupements villageois" Actes du séminaire organisé par la FAO et le Ministère du Développement Rural, Ouagadougou, 26 au 30 Mars 1984, 95p

En 1984 une table ronde sur les moulins villageois a été réunie au Burkina Faso sous l'égide du ministère du développement rural. Elle a regroupé 42 participants: paysans, agents d'encadrement, membres d'Organisations Non Gouvernementales, fournisseurs de moulins, observateurs des pays voisins. Les participants ont exposé les problèmes rencontrés pour le fonctionnement et la gestion des moulins des groupements. Les exemples suivants font partie de ce séminaire.

(Séminaire sur les moulins de groupements villageois, Ouagadougou, 26-30 mars 1984)

## PROJET PRÉVENTION DES PERTES APRÈS RÉCOLTE DE LA FAO

### 1. Introduction

Le projet a pour objectif l'amélioration des opérations après-récolte et la production des structures villageoises correspondantes dans le secteur de Fada. C'est dans le cadre de la promotion des structures villageoises que s'inscrivent les volets moulins à mil et banques de céréales mis en place et autogérés par les villageois.

### 2. Pourquoi un moulin ?

Une tournée d'enquête dans une partie du secteur de Fada a permis de recenser les besoins réels en groupements villageois : moulin à mil pour les groupements villageois féminins et banques de céréales pour les groupements villageois d'hommes. L'enquête a permis également d'apprécier les groupements féminins actifs au niveau des quartiers ou des villages et d'identifier les plus dynamiques quant à leurs activités collectives antérieures.

### 3. Critères de sélection des villages pour l'implantation des moulins

Le dynamisme des groupements villageois et leur cohésion interne ont été, à juste titre, les critères primordiaux de choix des villages devant bénéficier d'un moulin à mil.

Parmi ces critères, on peut noter :

- a) la volonté des groupements villageois d'acquérir un moulin;
- b) la taille du village et la position géographique par rapport à d'autres villages;
- c) l'absence d'un autre moulin aux environs immédiats du village;

d) l'acceptation par le village choisi de contribuer à la construction du local devant abriter le moulin et, par ses fonds propres, à l'achat des portes-fenêtres et chevrons;

e) l'acceptation du prêt à moyen terme pour l'acquisition du moulin.

### 4. Sensibilisation et information

Suite aux résultats des enquêtes menées et aux critères ci-avant mentionnés, on a pu déterminer et choisir les groupements villageois les plus fiables, compte tenu de la distribution du village. Cela a permis d'une part d'expliquer ce que le projet veut leur apporter et, d'autre part, ce que le projet attendait d'eux. Cette approche réciproque entre le projet et les groupements villageois a contribué à les sensibiliser, à les mobiliser et à les informer, ce qui a favorisé une réorganisation et un regroupement des différents groupements villageois.

### 5. Choix des équipements

Le projet a porté son choix sur les moulins à meules HUNT 1er et sur les moteurs ANIL à refroidissement à eau, compte tenu de leur popularité sur le marché local et de leur coût, ainsi que de la facilité d'obtention des pièces de rechange. De plus, dans la région, les grains sont en général réhumidifiés avant leur écrasement.

### 6. Installation des moulins et création du comité de gestion

Les onze moulins ont été installés par un mécanicien travaillant à la CICA. Cette installation a été suivie par trois séances de formation qui ont réuni, dans un premier temps, trois groupements villageois, dans un deuxième temps, quatre groupements et, dans un troisième temps, sept groupements. Le contenu de ces séances de formation a intéressé surtout les responsables des comités villageois, les membres des groupements villageois qui sont représentés en qualité de conseillers et de meuniers.

Ces séances de formation ont permis de répondre aux questions suivantes :

- a) qu'est-ce qu'un groupement villageois ?

- b) quelle est l'importance du moulin dans le village ?
- c) comment définir les activités du groupement villageois ?
- d) qui doit avoir ces activités ?

Ces différentes suggestions ont favorisé la création du comité de gestion et ont aidé à définir les principales tâches de chaque membre de ce comité pour le bon fonctionnement du moulin.

Le comité de gestion se compose comme suit :

- une présidente,
- une secrétaire,
- une trésorière.

Le président du groupement villageois, ne faisant pas partie du comité de gestion, assume le rôle de conseiller. Les membres du comité de gestion sont élus par le groupement villageois, de même que les meuniers qui sont choisis selon leur conviction à rester et à servir dans le village, et selon leurs qualités morales. A cet effet, le projet a recruté un mécanicien qui devait poursuivre la formation des meuniers ; malheureusement, ce dernier n'arrive pas à leur expliquer les causes des pannes et les moyens de les réparer.

## 7. Conditions d'octroi de crédit

Dès la première journée de fonctionnement des moulins, les conditions de crédit et les échéances ont été expliquées et signées par les responsables du comité de gestion. Les moulins ont été octroyés à crédit moyen terme, avec un intérêt de 8 % remboursable dans quatre ans et réparti en seize échéances trimestrielles de 39 785 F CFA.

## 8. Suivi et contrôle

Le suivi devait être assuré par le service d'encadrement de l'O.R.D. Il consistait à remplir des fiches simples de gestion, illustrées, instaurées par le projet dans chaque moulin et à les rassembler au niveau du secteur. Mais une déficience de la part des encadreurs a entravé ce suivi, d'où une insuffisance d'informations sur le bilan des recettes et des dépenses.

Pour renforcer le suivi technique des moulins, le mécanicien a été pris en charge à partir de juillet 1983 par les onze groupements villageois, à raison de 2 700 F CFA par mois et par moulin, et un stock de pièces de rechange des plus utiles a été constitué au niveau du secteur de Fada. L'agent de crédit effectue un tournée mensuelle dans chaque moulin pour la récupération des échéances et pour recenser des lacunes que le projet pouvait combler par des recherches d'amélioration du suivi et du contrôle.

## 9. Difficultés et contraintes

Les difficultés se retrouvent à plusieurs niveaux mais les plus marquantes se situent :

### a) au niveau de la gestion même :

Les meuniers qui détournent les fonds à cause du manque de contrôle. Le président du comité villageois, dont le rôle initial était de conseiller, se met à gérer les fonds et les détourne;

### b) au niveau de l'entretien :

Les pannes sont fréquentes pour certains moulins ; elles sont dues à un manque d'entretien et à un manque de suivi rigoureux;

Les contraintes sont multiples et constituent parfois le goulot d'étranglement à la bonne marche du moulin. Parmi ces contraintes, on peut noter :

- le moyen de transport, souvent réduit au vélo ou même inexistant, d'où un approvisionnement en carburants et lubrifiants très limité;
- le problème d'aiguisage des meules de plus en plus embarrassant;
- le manque d'eau pour le refroidissement du moteur pour certains moulins.

## 10. Solutions possibles aux difficultés

Pour la gestion, une session de formation a été organisée et a permis d'élaborer des fiches de gestion illustrées et simples, et de mettre sur pied un système de tickets limitant le maniement de recettes par les

meuniers. Il a également été créé et instauré des fiches éducatives par la D.I.R.C. Fondation Friedrich NAUMANN permettant aux comités de gestion de mieux réfléchir, d'analyser les situations qui entravent le bon fonctionnement du moulin et d'agir conséquemment et de manière responsable.

Le projet prévoit aussi l'arrivée d'une consultante pour la formation des meuniers et du mécanicien.

## INSTALLATION DE MOULINS DANS LE CADRE DES OPÉRATIONS DE DÉVELOPPEMENT RURAL (ORD)

### 1. Justification du projet

La vulgarisation agricole vise à l'amélioration des conditions de vie du monde rural. Grâce à l'introduction de nouvelles techniques culturales, l'appareil d'encadrement assiste les agriculteurs et les incite à accroître la production et, partant de là, le revenu agricole.

Il ressort après toute analyse que l'amélioration des conditions de vie profite à l'ensemble de la famille. C'est ce qui a conduit à se pencher sur l'intégration de la femme dans le vaste programme de développement. En effet, les femmes demeurent le pivot de la famille. Leur rôle touche tous les aspects socio-économiques :

- rôle dans la production : activités agricoles, artisanat, confection de tissu, etc.,
- rôle dans l'éducation et la formation des enfants,
- rôle dans le ménage : cuisine,
- rôle dans la continuité de la famille : accouchement.

Cette analyse laisse apparaître que les tâches de la femme au foyer sont multiples et l'on a tous conscience que les travaux de ménage les épuisent physiquement. Les charges sociales qui leur incombent sont lourdes de répercussions sur leur état de santé. Cet état de chose ne favorise guère leur intégration dans le processus de développement.

Aussi, pour pallier ces difficultés qui se posent aux couches féminines, on préconise l'installation de moulins à céréales en vue de libérer progressivement la femme. Ces moulins sont localisés en des lieux au moins distants de 10 à 15 km. L'installation du moulin vise aussi à favoriser la participation des femmes aux séances de formation ou à des réalisations collectives.

**Le moulin a pour objet :**

- d'associer la femme au programme de développement,
- de réduire les pertes de temps occasionnées par les déplacements,
- de renforcer le programme de formation et de sensibilisation des couches féminines,
- d'instaurer l'esprit de solidarité et d'autofinancement des activités collectives,
- d'améliorer les conditions de vie des populations.

A travers les différentes analyses, l'installation du moulin s'avère indispensable car elle contribue énormément à l'épanouissement des bénéficiaires.

**2. Structures de financement**● **Coût de l'investissement**

Crédit: moulin + moteur	775 000 F CFA
Frais d'installation	25 000 F CFA
	<hr/>
Total crédit alloué	800 000 F CFA

● **Apport personnel des bénéficiaires**

Construction du local	150 000 F CFA
-----------------------	---------------

Le crédit s'étale sur trois ans dont trois mois de différé au taux d'intérêt de 8,50 %.

Mode de recouvrement des échéances : reversement ORD

Caution : ORD concerné

La fiche d'octroi de prêt engage la responsabilité morale des bénéficiaires et de l'appareil d'encadrement qui cautionne le prêt.

**3. Exécution et répartition des tâches**

- **ORD (encadrement) :**
  - sensibilisation et formation des masses,
  - encadrement permanent,
  - appui technique lors de l'installation,
  - récupération des échéances.
- **Groupement villageois (gestion) :**
  - construction du local servant d'abri,
  - installation du moulin,
  - définition des termes de gestion (prix des services, approvisionnement, réparation et entretien),
  - comité de gestion.
- **FDR :**
  - étude du dossier,
  - commande et mise en place des moulins,
  - suivi et évaluation.

Les villages sont présélectionnés lors du comité régional de crédit qui regroupe les chefs de secteurs, les services centraux des ORD et le FDR. Le FDR entreprend par la suite une étude de faisabilité et décide du choix définitif des localités.

**Critères de choix du village :**

- dynamisme et viabilité du groupement villageois (âge et capacité d'autogestion; réalisations collectives convaincantes; organisation interne: comité de gestion, règlement interne, perspectives d'avenir);
- existence d'un groupement féminin reconnu par l'ORD,



- importance du groupement villageois féminin (60 membres),
- demande exprimée par les groupements villageois féminins,
- capacité d'endettement,
- situation d'endettement (impayés inférieurs à 10 %),
- situation des autres projets au niveau du village,
- épargne disponible (100 000 à 150 000 F CFA),
- importance du village (1 000 à 1 200 habitants),
- inexistence d'un moulin privé,
- capacité d'insertion du groupement villageois au niveau du village,
- membres des groupement alphabétisés ou lettrés.

#### 4. Tenue des documents

##### 4.1. Niveau groupement villageois

Un carnet de suivi du moulin est tenu pour chaque moulin financé par le FDR. Ce carnet permet au groupement de suivre l'évolution du moulin (recettes journalières, dépenses engagées et solde disponible).

##### 4.2. Niveau zone d'encadrement

Une fiche d'évaluation des résultats est tenue au niveau de la zone d'encadrement sur la base du carnet de suivi. Cette fiche se subdivise en :

- état des recettes (journalières et mensuelles),
- situation de trésorerie.

L'encadreur doit veiller à susciter la tenue régulière du carnet pour attirer l'attention du groupement villageois sur les points suivants :

- 1) consommation moyenne journalière de carburant,

- 2) dépense moyenne journalière,
- 3) recette moyenne journalière,
- 4) recette attendue / litre de gazole consommé,
- 5) gain brut attendu / litre de gazole consommé.

L'agent de base est soutenu dans les actions de suivi par l'ORD et le FDR, ce qui permet en fin d'année de faire une évaluation de la situation de chaque moulin.

#### 5. Formation

##### 5.1. Niveau groupement villageois

Au niveau du groupement, il est retenu trois types de stages de recyclage et de formation.

- Visites inter-groupements

Organisées chaque année entre les mois de septembre et octobre, elles se caractérisent par le fait que les paysans échangent leurs expériences sous forme d'exposés-débats portant sur :

- l'organisation des associations villageoises,
- le rôle et les attributions des membres du bureau et du groupement villageois,
- l'organisation des comités de gestion,
- la gestion du moulin.
- Stage de formation intensive en alphabétisation fonctionnelle de recyclage

Chaque groupement villageois envoie deux à trois membres pour suivre le stage de formation intensive dans un premier temps et de recyclage dans une seconde phase. Grâce à ces stages, les paysans arrivent à tenir à jour le document de gestion qui est traduit en langue nationale.

- Stage de recyclage des meuniers

Chaque année, il est organisé un stage de recyclage des meuniers. Ce stage, qui s'étale sur une journée, regroupe près de 10 à 15 meuniers. Il se déroule sous forme de séance pratique et permet aux meuniers de s'imprégner des notions élémentaires d'entretien. Compte tenu des problèmes rencontrés, il est envisagé la création de "zones d'entretien et de réparation" au niveau desquelles il serait constitué un stock de pièces détachées.

Au niveau de chaque zone regroupant une dizaine de moulins, serait choisi, par les différents groupements villageois, un mécanicien exerçant la réparation des moulins qui serait responsable du suivi technique (entretien périodique). Ce dernier serait rémunéré sous forme de contrat de prestations.

### 5.2. Niveau zone d'encadrement

Un stage de recyclage en gestion des unités économiques est organisé chaque année. Il porte sur :

- la tenue des documents de gestion,
- la création des comités de gestion,
- le rôle et l'attribution de l'appareil d'encadrement,
- le rôle des autorités coutumières/administratives.

## 6. Les difficultés rencontrées

Notons que le FDR est une structure de financement qui se penche sur la réalité du milieu d'accueil de chaque opération. A ce titre, lors de la conduite du projet, nombre de problèmes ont bouleversé la bonne marche des moulins. On peut retenir :

- la méconnaissance de l'esprit du crédit;
- la méconnaissance de l'esprit du programme par l'appareil d'encadrement;
- la mise en place tardive des moulins,
- le manque d'informations préalables sur les caractéristiques du moulin polyvalent qui écrase des céréales, arachides décorquées, amandes de karité et niébé;
- le manque de suivi et la mauvaise tenue des fiches d'évaluation par les agents;

- le manque de coordination du programme;
- le choix injustifié de certaines localités : taille, concurrence des moulins privés, inexpérience des groupements villageois;
- le monopole sur le moulin par les groupements villageois masculins;
- la mauvaise répartition des responsabilités au niveau des groupements villageois (gestion-bureau et assistance-ORD).

## Conclusion

Le FDR a mis en place depuis 1977-1978 près de 89 moulins à céréales et envisage de mettre en place, entre 1983 et 1986, 200 moulins. Pour pouvoir mieux intervenir au niveau des populations bénéficiaires, il est entrepris pour l'instant une évaluation de ce volet. On peut affirmer que, si l'on tient compte de tous les critères retenus avant de procéder à l'installation de nouveaux moulins, on pourra certainement améliorer les conditions de gestion de cette unité économique pour une meilleure rentabilité sociale et économique.

Notons que les produits d'exploitation tirés de cette opération serviront, après remboursement du crédit alloué, au financement des activités collectives (équipements des centres sociaux, produits de consommation courante, produits pharmaceutiques, etc.).

La mise en place du moulin suscite l'instauration d'une autonomie dans la gestion.

Le gain de temps réalisé incitera les femmes à participer effectivement aux séances de formation, qui leur permettront de mieux jouer leur rôle pour un meilleur épanouissement du monde rural

## INSTALLATION DE MOULINS DANS LE CADRE DES PROJETS PPI

### 1. Organisation

La responsabilité de cette activité incombe au comité de femmes dans les villages encadrés par le P.P.I. ayant un moulin.

Son organisation suit les étapes suivantes :

- une sensibilisation sur l'utilité, les objectifs finaux du moulin par une animatrice du P.P.I.;
- le choix de deux responsables de moulin (des femmes) par le même comité de femmes;
- le choix de deux meuniers (des hommes) par ce comité;
- l'installation (construction locale, fixation) du moulin à la charge du village pour la moitié des sommes nécessaires;
- l'élaboration d'un programme de travail du moulin (calendrier);
- la fixation d'une tarification par le comité des femmes.

### 2. Formation et gestion

#### 2.1. Les gestionnaires

Les deux responsables de moulins sont formés pendant 45 jours en alphabétisation, calcul de base et remplissage des fiches.

#### 2.2. Les meuniers

Les meuniers reçoivent une formation technique donnée par l'ORD-Kaya pendant 14 jours.

Cette formation comporte une phase théorique, une partie pratique dans un village ayant un moulin en fonction et un recyclage d'une semaine.

### 3. La tenue des fiches

#### 3.1. Les recettes

Les responsables de moulins sont chargés de l'encaissement des recettes journalières et du remplissage des fiches du moulin. Tous les sept jours, elles versent les recettes de la semaine à la trésorière du comité de femmes ainsi que les originaux des fiches remplies. La présidente du comité leur remet en échange un reçu d'encaissement.

#### 3.2. Les dépenses

Lorsque cela est nécessaire, le meunier présente au comité une demande de fonds pour l'achat de carburant et autres nécessités (pièces de rechange). Il reçoit la somme demandée, effectue les dépenses et ramène obligatoirement un reçu comme pièce justificative des dépenses.

#### 3.3. La rémunération des meuniers

Dix pour cent des recettes nettes servent à rémunérer les meuniers. La recette nette est la somme encaissée, déduction faite de toutes les dépenses et charges récurrentes.

### 4. Difficultés et propositions de solutions

1) La gestion des dix premiers moulins a été confiée aux comités des hommes. Elle a été défectueuse, tout comme la maintenance des moulins. D'où la nécessité de donner cette responsabilité aux comités de femmes car, principales intéressées, elles veillent mieux au bon fonctionnement des moulins et à la pérennité de cette activité.

2) Les responsables de moulins doivent être relativement jeunes car on constate que la majorité des responsables choisies par les villages sont trop âgées pour assimiler correctement et rapidement les formations qu'elles doivent recevoir. Cela a posé un problème de temps et d'efficacité.

3) Les moulins peuvent fonctionner sans problème majeur mais il est à prévoir un programme d'entretien du moulin et un suivi constant de

cette activité. Il serait souhaitable qu'il soit formé, par département, un villageois mécanicien chargé de l'entretien périodique des moulins.

4) Les coûts de revient après installation complète des moulins étant élevés (approximativement 1 200 000 F CFA), il est nécessaire d'allonger le temps de remboursement de ce crédit de six à dix ans. Ce crédit est remboursé au comité de femmes et sert de fonds de roulement.

5) Pour éviter la dépréciation de l'argent ainsi récupéré par les comités de femmes, des études sont en cours chez les banques BND et BIV en vue d'assurer un réinvestissement rentable des avoirs des femmes.

## ANNEXE 9

## BIBLIOGRAPHIE COMMENTÉE

---

Nombre de ces références sont des rapports d'activité, souvent difficiles à trouver. L'ensemble de cette bibliographie est disponible au centre de documentation du GRET, 213 rue Lafayette, 75010 Paris, tél. 42 39 13 14 (ouvert sur rendez-vous).

Les références documentaires utilisées pour la rédaction de cet ouvrage sont classées par thème et par ordre alphabétique des noms d'auteurs à l'intérieur de chaque thème.

## LES TECHNIQUES DE TRANSFORMATION DES CÉRÉALES

**ALARY (R) : Cours sur la technologie du riz.** Montpellier, INRA, 1982, 29p.

Document destiné à des étudiants, examine succinctement les étapes de traitement du riz : composition biochimique du riz, séchage, stockage, nettoyage, décorticage, séparation des sons, glaçage, utilisation des sous produits, riz étuvé, qualité culinaire.

**BORASIO (L), GARIBOLDI (F) : Glossaire illustré des machines pour l'usinage du riz.** Rome, FAO, Bulletin des services agricoles n 37, 1979, 95p + ill.

**DIOUF, BERTHE : Les aspects techniques des décortiqueuses à disques abrasifs.** Communication au séminaire organisé par le CRDI, Dakar, 4 au 7 Mars 1985, 7p.

**EASTHMAN (P) : L'adieu au pilon. Un nouveau système de mouture mécanique en Afrique.** Ottawa, CRDI, 1982, 67p + ill.

Ce document porte essentiellement sur le décortiqueur à abrasion mis au point par le CRDI.

Un film documentaire de 15', "L'adieu au pilon", sur le décortiqueur PRL-RIIC au Bostwana, peut être prêté sur demande au CRDI, Division des communications, BP 8500 Ottawa, CANADA K1G3H9 (prix : 10 \$ canadiens, gratuit pour bibliothèques, instituts, chercheurs, administrations des PVD).

**GARIBOLDI (F) : L'étuvage du riz.** Rome, FAO, Bulletin des services agricoles de la FAO n56, 1986, 50p.

Ouvrage synthétique sur l'étuvage du riz : quelle utilité ? quels procédés ? Les différentes méthodes, artisanales et industrielles, sont examinées dans leur principe.

**KONATE (IM), SIDIBE (CS) : Améliorations et transformations des sorghos et mils au Mali.** Communication présentée à l'atelier national "Technologie et Développement", Bamako, 29 Oct - 3 Nov 1984, 21p.

Tests de décorticage mécanique sur des mils souna et sanio. Comparaison des qualités organoleptiques des plats préparés avec des grains décortiqués manuellement et mécaniquement.

**ITDG : Tools for Agriculture. A Buyers guide to appropriate Equipment** (3è édition). Londres, ITDG, 1985, 264p + ill.

**MBENGUE (HM), HAVARD (M) : La technologie post-récolte du mil au Sénégal.** Dakar, CNRA, 1985, 50p + ann.

**SAUTIER (D), ODEYE(M) et al. : Transformation et commercialisation : la valorisation des céréales locales sahéliennes.** Rapport pour le colloque du CILSS/Club du Sahel sur les politiques céréalières des états Sahéliens (Mindello 1-6 Décembre 1986). Paris, OCDE, 1986, 243p + ann.

Le point sur les recherches entreprises dans le domaine de la valorisation des céréales locales : les produits (pain à partir de farines composées, pâtes alimentaires...), les opérations (décorticage, mouture), les filières (domestique, artisanale, industrielle) y sont abordés en détail.

**SCHMIDT (O), TOOMEY (G) : Un décortiqueur à l'aide des femmes Africaines.** Ottawa, CRDI Explore, Volume 16, Numéro 4, Octobre 1987, p4-5.

Décrit l'utilisation et la fabrication des décortiqueurs PRL/RIIC au Bostwana, au Zimbabwe.

## LES PROGRAMMES D'INSTALLATION DES MOULINS VILLAGEOIS: RAPPORTS D'ACTIVITÉS

**ALTARELLI HERZOG (W) : Femmes et moulins villageois.** Rapport de consultation pour le programme d'action pour la prévention des pertes alimentaires. Bamako, FAO, 1984, 50p + ann.

**ALTARELLI HERZOG (W) : Amélioration des opérations post récolte et promotion des structures villageoises correspondantes.** Rapport de consultation pour le programme sur la prévention des pertes alimentaires. Bamako, FAO, 1984, 50p + ann.

Le rapport évalue les aspects socio-économiques des volets moulins et banques de céréales d'un projet plus vaste de prévention des pertes alimentaires au Mali.

**ALTARELLI HERZOG (W) : Les programmes d'installation de moulins villageois : quelles conditions pour leur réussite en milieu rural ?** Rapport de consultation. Ouagadougou, FAO, 1985, 82p. Document très complet basé sur de nombreuses expériences de terrain au Burkina et au Mali. Examine en détail tous les aspects des programmes "moulins villageois". Les points forts sont les aspects socio-économiques et la formation.

**ALTARELLI HERZOG (W) : Le volet "moulins villageois" dans deux projets de prévention des pertes alimentaires au Mali.** Rapport de consultation. Bamako, FAO, 1985, 40p + ann.

**BONNEFOND (P) et al. : Etudes d'unités de production de paysans pratiquant la culture irriguée dans le cadre de la SAED - Analyse descriptive.** Sénégal, ISRA, 1980, 100p environ.

**COLLECTIF : Séminaire sur les moulins des groupements villageois.** Actes du séminaire organisé par la FAO et le Ministère du Développement rural. Ouagadougou, 26 au 30 Mars 1984, 95p. Ce séminaire a permis de faire le point sur les succès et les difficultés des moulins villageois à moteur au Burkina. Chaque programme a fourni, à cette occasion, une fiche d'évaluation de son action.

**DIOUF, GOUSSE, RACINE : Rapport d'enquête sur les moulins à céréales villageois dans l'arrondissement de Koungheul (Sénégal).** Dakar, ISRA, Paris, ENGREF, 1982, 72p.

Examine les conditions de fonctionnement des moulins dans plusieurs villages du Sine Saloum.

**FARFAN (A) : Formation des mécaniciens régionaux.** Rapport de mission pour le programme de coopération technique sur la formation à l'utilisation des moulins des groupements villageois. Ouagadougou, FAO, 1985, 200p environ.

Rapport conçu dans le cadre d'un programme de formation de mécaniciens. Guide technique de l'entretien du moulin et de son moteur. Explique, sur la base de nombreuses illustrations, le fonctionnement du moteur à 4 temps, les principes de refroidissement, le graissage, le réglage des soupapes.... Des questionnaires de contrôle des connaissances permettent de vérifier que les principales notions sont acquises. Le rapport peut servir de livret-image de formation pour les mécaniciens et de guide pour les formateurs.

**HEDOIRE (L) : Installation d'unités de mouture dans les associations villageoises en zone CMDT, région de Koutiala.** Bamako, CMDT/ODIPAC, 1987, 63p.

**GRAAP : Des moulins gérés par des groupements villageois.** Bobo-Dioulasso, Revue "Echanges" n19, non datée, 25p + ill.

Une revue où les villageois s'expriment... ici à propos des moulins. A la suite des différents chapitres, une série de questions pour réfléchir, seul ou en groupe. Peut servir de base à une animation sur le thème "moulin".

**GUEGUEN (R) : Rapport technique sur le matériel de transformation des céréales dans le cadre du projet FAC "Filière céréale intégrée".** Koutiala, CMDT, 1987, 11p + ann.

**M'BENGUE (H), HAVARD (M) : Résultat de l'enquête sur la technologie post-récolte des céréales dans la région de Djourbel et Thiès.** Sénégal, ISRA, 1986, 90p environ.

**UNICEF : Appareils d'allègement des travaux de la femme : le moulin à mil.** Paris, UNICEF, 1983, 25p. Un livret illustré succinct sur la gestion d'un moulin villageois.

## LE MOULIN A TRACTION ANIMALE

**BRICAS (N), PROTTE (F) : Expérimentation et diffusion de moulins à manège au Sénégal.** Rapport d'évaluation. Dakar, ENDA, 1986, 67p + ann.

Rapport d'évaluation de l'installation d'une dizaine de moulins. On y trouve les caractéristiques du modèle retenu, les performances techniques, les conditions de fabrication. En annexe, des fiches par village retracent les conditions d'installation et de fonctionnement du moulin.

**IT DELLO : Moulin à traction animale.** Rapport d'activité. Verberie, IT DELLO, 1986, 7p + ann.

Donne succinctement le principe de fonctionnement et les conditions d'utilisation d'un moulin à traction animale.

**IT DELLO : Moulin et manèges. Conditions d'adaptation des moulins à céréales à l'entraînement par manèges à traction animale.** Rapport d'activité. Verberie, IT DELLO, 1984, 13p + ann.  
Rapport préliminaire à la conception du moulin à traction animale.

## UTILISER LES CÉRÉALES LOCALES: DES PRODUITS NOUVEAUX

**CIE-ALTERSIAL : Rapport d'évaluation sur les farines de sevrage produites au Centre Horticole et Nutritionnel de Ouando.** Paris, CIE, 1987, 93p.

Une cassette vidéo (15') sur ce thème peut être consultée au centre de documentation du GRET, 213 rue Lafayette 75010 Paris.

**LAURENT (C), LAURENT (F) et al. : Etude d'un aliment pour nourrissons : la farine MISOLA produite à Fada N'gourme, Haute Volta.** Paris, CREDES, non daté, 50p.

**NUCEA : Précis technique sur les farines composées.** Addis Abeba, Commission Economique pour l'Afrique, 1985, 113p

Ce dossier technique décrit les techniques de mouture des mils et sorghos, et l'emploi des produits de mouture. Le programme "farines composées" mis en oeuvre en 1964 par la FAO, qui tente d'utiliser d'autres farines que les farines de blé en boulangerie et pastification, y est examiné en détail.

**Les farines de sevrage : N Spécial de l'Enfant en milieu tropical,** n167-168, Paris, CIE, 1987, 64p.

Un numéro spécial de la revue du CIE (Centre International de l'Enfance, Chateau de Longchamp, Bois de Boulogne, 75016 PARIS), concernant la production et l'utilisation de farines de sevrage élaborées à partir de céréales et produits locaux. Ce numéro contient plusieurs descriptions d'expériences concrètes (Malawi, Bénin Burkina).

## **LES POLITIQUES CÉRÉALIÈRES, LES CÉRÉALES DANS L'ALIMENTATION**

**CILSS, Club du Sahel : Les politiques céréalières dans les pays du Sahel.** Actes du colloque de Mindello, 1-6 Décembre 1986. Paris, OCDE, 1987, 572p.

Une compilation des documents de travail du colloque. Trois thèmes principaux abordés : le rôle du secteur privé dans la mise en oeuvre d'une politique céréalière, le rôle de l'état dans la conception et la mise en oeuvre de la politique céréalière, l'aide alimentaire.

**COLLECTIF : De la parcelle à la ville, la filière céréale au Mali.** Paris, GRET, 1986, 133p.

Synthèse des contributions à un séminaire sur le thème en 1986. Le système de commercialisation des céréales et le PRMC (Plan de Restructuration du Marché Céréaliier) y sont abordés plus particulièrement.

**BRICAS (N) : Innovation Technologique et Alimentation : le cas de Dakar.** 1987, 250p + ann, à paraître.

Examine les modes d'alimentation à Dakar suivant les conditions sociales et économiques : migrant, célibataire, famille, ... La place des céréales locales dans l'alimentation suivant le mode de vie est examiné en détail.

**HAINBOURG (E) : Manger et boire à Bamako (Mali).** Thèse de troisième cycle en sociologie, Université François Rabelais. Tours, 1986, 420p.

Les céréales dans l'alimentation. Composition des plats et mode de consommation. Les aspects culturels sont abordés en détail.

## **ANNEXE 10**

## **LES ADRESSES UTILES**

---



## LES DIFFÉRENTS ORGANISMES S'INTERESSANT A LA VALORISATION DES CÉRÉALES LOCALES SAHÉLIENNES

Nous entendons par "organisme" toute institution qui s'est intéressée de près ou de loin à la valorisation des céréales locales sahéliennes,

- soit parce que c'est sa vocation initiale,
- soit parce qu'elle gère ou anime actuellement, ou a eu à gérer dans le passé, un programme de recherches ou de développement et possède, par là-même, compétence et documentation.

Cette liste ne prétend pas être exhaustive mais sert seulement à repérer quelques acteurs ayant acquis une expérience dans ce domaine.

D'après :

- O.C.D.E. Club du Sahel - Transformation et commercialisation. "La valorisation des céréales locales sahéliennes".

Rapport présenté au Colloque C.I.L.S.S. - Club du Sahel sur les politiques céréalières des états sahéliens. MINDELO (Cap Vert), 1 au 6 décembre 1986.

### Centres de Recherches et Bureaux d'Études

## Afrique

### Bénin

CENTRE HORTICOLE ET NUTRITIONNEL DE OUANDO  
BP 13 - Porto Novo  
Madame GBEGBELEGBE est responsable d'un programme de fabrication de farines infantiles à partir de céréales locales

### Botswana

RURAL INDUSTRIES INNOVATIONS CENTER  
RURAL INDUSTRIES PROMOTIONS  
Private Bag II  
Kanye  
décorticage par abrasion, décortiqueur PRL/CRDI

### Burkina faso

I.R.A.T.  
BP 32 - Bobo Dioulasso

INSTITUT DE RECHERCHES EN BIOLOGIE et ÉCOLOGIE  
TROPICALE  
BP 7047 - Ouagadougou

I.I.T.A.  
BP 1495 - Ouagadougou

### Cote d'Ivoire

SOCIÉTÉ IVOIRIENNE DE TECHNOLOGIE TROPICALE  
04 BP 1137 - Abidjan

### Kénya

KENYA INDUSTRIAL RESEARCH AND DEVELOPMENT  
INSTITUTE  
PO Box 30650 - Nairobi

### Mali

INSTITUT D'ÉCONOMIE RURALE  
Rue Mohamed V - Bamako

S.R.C.V.O. (Ministère de l'Agriculture)  
Section de recherches sur les cultures  
vivrières et oléagineuses  
BP 438 - Bamako

I.C.R.I.S.A.T.  
(voir "Organismes Internationaux")

C.M.D.T.  
BP 487 - Bamako

### **Niger**

---

I.N.R.A.N.  
BP 429 - Niamey

C.N.R.A.  
Tarna BP 240 - Maradi

### **Nigéria**

---

I.I.T.A.  
PO Box 5320, Oyo-Road - Ibadan

DEPARTMENT OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY  
UNIVERSITY OF IFE.  
Ile - Ife

### **Sénégal**

---

C.N.R.A.  
Dakar  
Monsieur MBENGVE fait partie de l'équipe d'étude du décortiqueur par abrasion PRL-CRDI

C.R.D.I.  
BP 1107 - CD Annexe  
Route de Ouakam X rue A  
Dakar

INSTITUT DE TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE  
Route des Pères Maristes - BP 2765  
Dakar - Hann

SOCIÉTÉ NOUVELLE D'ÉTUDES DU DÉVELOPPEMENT  
Rue Bayeux - Dakar

SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT ET DE VULGARISATION  
AGRICOLE  
BP 3234 - Dakar

C.E.G.I.R. (Étude de Marketing)  
Avenue Bourghiba - Dakar

INSTITUT SÉNÉGALAIS DE RECHERCHE AGRONOMIQUE  
(I.S.R.A.)  
BP 53 - Bambey

LOUIS BERGER International  
(Étude de Marketing)  
44, rue Jules Ferry - Dakar

### **Soudan**

---

FOOD RESEARCH CENTER  
PO Box 213 - Khartoum

### **Tanzanie**

---

TANZANIAN FOOD AND NUTRITION CENTER  
PO Box 977 - Dar el Salam

### **Togo**

---

INSTITUT NATIONAL DES PLANTES A TUBERCULES  
BP 4402 - Lomé

## **Amérique du Nord**

### **Canada**

---

CENTRE DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT  
INTERNATIONAL (CRDI)  
BP 8500 - Ottawa (Canada K1G 3H5)  
Décorticage par abrasion : Décortiqueur PRL/CRDI

UNIVERSITY OF GUELPH  
Department of Food Science  
Guelph, Ontario (Canada NIG ZWI)

UNIVERSITY OF SASKATCHEWAN  
Department of Crop Science  
Saskatoon, Sask (Canada 75N OWO)

#### États - Unis

DEPARTMENT OF FOODS AND NUTRITION  
Kansas State University, Justin Hall  
Manhattan, Kansas 66506 USA

CEREAL QUALITY LABORATORY  
Department of Soil & Crop Science  
Texas A & M University  
College Station, Texas 77843 USA

### **Amérique Centrale**

#### Costa Rica

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
Universidad de Costa Rica  
Ciudad Universitaria "Rodrigo Facio"  
San Jose

INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTRO AMERICA PANAMA (I.N.C.A.P.)  
Apartado 1188  
Ciudad de Gatamala

### **Amérique du Sud**

#### Brésil

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS (I.T.A.L.)  
Secao de Cereais, Farinhas e Panificacao  
Avenida Brazil 2880  
Caixa Postal 139  
13100 Campinas - SP

#### Colombie

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES TECNOLOGIAS (I.I.T.)  
Avenida 30 - n 52-A-77, Apt. Aereo 3031  
Bogota

#### Équateur

INSTITUTO DE INSVESTIGACIONES TECNOLOGIAS (I.I.T.)  
Escuela Politecnica Nacional  
Castilla 2759  
Quito

### **Asie**

#### Inde

CENTRAL FOOD TECHNOLOGICAL RESEARCH INSTITUTE  
Chelluvamba Mansion  
Mysore 13

## Europe

### Belgique

UNIVERSITÉ CATHOLIQUE DE LOUVAIN  
 Faculté des Sciences Agronomiques  
 Laboratoire des Industries agricoles  
 3, place Croix du Sud  
 1348 Louvain la Neuve

### France

ALTERSIAL  
 E.N.S.I.A.A.  
 1, avenue des Olympiades  
 91305 Massy

C.I.R.A.D. / C.E.E.M.A.T.  
 Domaine de la Valette  
 34100 Montpellier  
 Stockage et conservation des céréales  
 Décorticage du Riz

I.R.A.T.  
 Laboratoire de Technologie des Céréales  
 9, place Viala  
 34060 Montpellier Cedex  
 Transformation des céréales  
 (pâtes alimentaires, couscous...)

MARCOMER (Etude de marketing)  
 1, rue Thérèse  
 75001 Paris

### Grande Bretagne

TROPICAL PRODUCTS INSTITUTE  
 Culham, Alington - Oxon  
 OX 14 3 DA

Cray's Inn Road 56/52  
 London WC1X 1LU

### Pays-Bas

INSTITUTE FOR CEREALS, FLOUR AND BREAD  
 TNO - Lawickse Allée 15  
 6701 An Wageningen

### République Fédérale Allemande

FEDERAL RESEARCH CENTER OF GRAIN AND POTATO  
 PROCESSING  
 Institute of Baking Technology  
 PO Box 23  
 D - 4930 Delmold

GERMANY AGENCY FOR TECHNICAL COOPERATION  
 G T Z  
 BP 5180  
 D - 6236 Eschborn

## organismes de développement (publics et privés)

### Afrique

#### Burkina Faso

##### I.B.E.

Diffuse au Burkina Faso les moulins à traction animale  
Paul NIKIEMA, Artisan à Ouagadougou, fait partie des constructeurs de ce moulin. Il peut être contacté par l'intermédiaire de :

I. T. DELLO

BP 3370

Ouagadougou

##### OF.NA.CER.

Office National des Céréales

Ouagadougou

##### SERVICE DE COORDINATION DES O.N.G.

Avenue Coulibaly

Ouagadougou

#### Gambie

##### CATHOLIC RELIEF SERVICE (C.R.S.)

P.O Box 568

3 Marina parade

Banjul

(Décorticage par abrasion)

Monsieur Doudou MALANG est un artisan collaborant avec le projet

#### Mali

##### S.R.C.V.O.

(voir Organismes de Recherche)

#### MINISTÈRE DES FINANCES ET DU COMMERCE

Programme de restructuration du marché céréalier

BP 1626 - Bamako

##### O.P.A.M.

Office des Produits Agricoles du Mali

BP 132 - Bamako

##### C.M.D.T.

Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles

BP 487 - Bamako

Monsieur Alassane TRAORE fait partie des artisans formateurs aux techniques de produits de petites machines agricoles (décortiqueuses, ...) à Koutiala, projet C. M. D. T.

Division du Machinisme Agricole

BP 155

Bamako

##### C.C.A.

Comité de Coordination des Actions des O.N.G.

3ème arrondissement - Bamako

##### EURO ACTION ACCORD

Quartier Quazambouzou

3ème arrondissement - Bamako

#### Sénégal

##### CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE FORESTIÈRE

BP 2765

Hann - Dakar

##### COMMISSARIAT A LA SÉCURITE ALIMENTAIRE

Rue Blanchet

Dakar

##### SO.NA.DIS.

Société Nationale de Distribution

BP 2048 - Dakar

##### S O D E F I T E X

BP 3216 Dakar

E.N.D.A.  
 Environnement et Développement Africain  
 Réseau Technologique pour le Développement  
 BP 3370 - Dakar  
 (Pascal SAMBOU, François PROTE, Nicolas BRICAS). Cheick  
 GUEYE, artisan fabriquant les moulins à traction animale, peut être  
 contacté par l'intermédiaire d'ENDA.

### Zimbabwe

ENDA - ZIMBABWE  
 P.O BOX 3492 - Harare  
 (Décorticage par abrasion)

## Europe

### Belgique

A T O L  
 Blijde Inkamstraat 9  
 3000 Leuven

### France

G.R.E.T.  
 Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques  
 213, rue Lafayette  
 75010 Paris

G.R.D.R.  
 Groupe de Recherches et de Réalisation pour le Développement Ru-  
 ral  
 60, rue du Faubourg Poissonnière  
 75010 Paris

C.I.D.R.  
 Compagnie Internationale pour le Développement Rural  
 BP 1  
 Autrèches - 60350 Cuise-la-Motte

### Pays Bas

T.O.O.L.  
 Entrepôt 68a/69a  
 1018 AD Amsterdam

## organismes internationaux

### C.I.L.S.S.

Comité Inter-états de Lutte contre la Sécheresse au Sahel  
BP 7049 - Ouagadougou (Burkina Faso)

### CLUB DU SAHEL

39-41, boulevard Suchet,  
75116 Paris (France)

### E.C.A.

Economic Commission for Africa  
Africa hall  
PO Box 3001  
Addis Abeba (Ethiopie)

### ICRISAT

BP 34 - Bamako (Mali)

BP 1165 - Ouagadougou (Burkina Faso)

BP 3340 - Dakar (Sénégal)

### F.A.O.

Food Agricultural Organisation  
Via delle terme de Caracalla  
0100 Rome (Italie)

### I.F.P.R.I.

International Food Policy Research Institute  
1776 Massachusetts Avenue N 10  
Washington D.C. 20036. (USA)

### U.N.I.D.O.

United Nation Industrial Development Organization  
PO Box 707 - 1.1011 Vienne (Autriche)

### P.N.U.D.

Programme des Nations Unies pour le Développement  
United Nations Plaza  
New-York NY 10017 (USA)

### F.E.N.U.

Fonds d'Equipement des Nations Unies  
s/c Direction du bien-être familial  
BP 414 - rue Leblanc  
Dakar (Sénégal)

## Industries alimentaires

(Industries Sahéliennes ayant réalisé des essais  
de transformation de mil et de sorgho)

## Afrique

### Burkina Faso

GRANDS MOULINS BURKINABE

FASO-MOUGOU  
BP 64 - Banfora  
Ouagadougou

SERVICE DE LA TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE ET DE LA  
NUTRITION (Service TAN)  
s/c Direction Générale de l'Agriculture  
BP 7028 - Ouagadougou  
Laetitia Ouedraogo suit et coordonne au Bukina Faso les actions de  
promotion des céréales locales.

### Mali

GRANDS MOULINS DU MALI  
Koulikoro  
S O M A B I P A L (Pâtes alimentaires)  
Bamako

### Niger

S O M A T R I L  
Zinder

## Sénégal

GRANDS MOULINS S E N T E N A C  
Route de Rufisque  
BP 451 - Dakar

GRANDS MOULINS DE DAKAR  
Môle 8 - Dakar