

CND11093

LES MATERIELS ET LES TECHNIQUES DE MISE
EN VALEUR DES RESSOURCES ENERGIQUES
DISPONIBLES EN MILIEU RURAL
AU SENEGAL

Par M. HAVARD

Document de travail*.

1. S. R. A.

DEPARTEMENT SYSTEMES ET TRANSFERT
CENTRE DE MABEY

Référence : Mr. HAVARD

"Les matériels et les techniques de mise en valeur des ressources énergétiques disponibles en milieu rural au Sénégal".

I.S.R.A. Département Systèmes et Transfert.

Document de travail n° 1985 - 11 Février 1X5.-

(*),- Les opinions exprimés dans les documents publiés dans la série Document de travail n'engagent que leurs auteurs.-

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

SOMMAIRE

SYMBLES ET ABREVIATIONS UTILISES.....	1
INTRODUCTION.....	2
I - LES BESOINS ENERGETIQUES EN MILIEU RURAL	3
I.1. LES SOURCES ENERGETIQUES DISPONIBLES	3
I.2. LES ENERGIES UTILES.....	4
I.3. LES SOURCES D'ENERGIES UTILISEES EN MILIEU RURAL.....	4
II - LES TECHNOLOGIES PERMETTENT D'UTILISER ET DE TRANSFORMER LES DIVERSES SOURCES ENERGETIQUES.....	5
II.1. LE POMPAGE DE L'EAU.....	5
II.2. LA CUISSON.....	11
II.3. LE STOCKAGE.....	12
II.4. LES TECHNIQUES ET MATERIELS DES TRANSFORMATIONS POST-RECOLTE EN MILIEU RURAL.....	14
III - CONCLUSIONS RECOMMANDATIONS.....	17

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

SIGLES ET ABREVIATIONS UTILISES

- AFVF : Association Française des volontaires du progrès - DAKAR
- AFME : Association Française pour la maîtrise de l'énergie - PARIS.
- CEEMAT : Centre d'Etudes et d'Expérimentation du Machinisme Agricole Tropical - PARIS.
- CERER : Centre d'Etudes et de Recherches sur les Energies Renouvelables - DAKAR -
- CIEFAC : Centre International pour l'Education Permanente et l'Aménagement Concerté - PARIS
- CINAM : Compagnie d'Etudes Industrielles et d'Aménagement du Territoire - PARIS -
- CMAOM : Comité du Machinisme Agricole d'outre-mer remplacé en 1964 par le CEEMAT.
- CRAT : Centre Régional Africain de Technologie - DAKAR.
- DER : Direction de l'Equipement Rural. DAKAR.
- ENDA : Environnement et Développement du Tiers-Monde - DAKAR.
- ENEA : Ecole Nationale d'Economie Appliquée - DAKAR.
- ETSHER : Ecole Inter états des Techniciens Supérieurs de l'hydraulique et de l'équipement Rural - OUAGADOUGOU.
- GRET : Groupe de Recherches et d'Echanges Technologiques - PARIS.
- ITA : Institut de Technologie Alimentaire - DAKAR.
- MAT : Machinisme Agricole Tropical - Revue trimestrielle du CEEMAT.
- MAM : Machinisme Agricole au MALI. Revue trimestrielle
- SEMA : Informatique, Marketing, Organisation, Formation - PARIS.
- SINAES : Société Industrielle d'Application de l'Energie Solaire - DAKAR.
- SISCOMA : Société Industrielle Sénégalaise de Constructions Mécaniques et de Matériels Agricole-i - Dissoute en 1980
- SISMAR : Société Industrielle Sahélienne de Mécaniques, de Matériels Agricoles et de Représentations. Créé en 1982.
- SODIZI : Société de Développement Industrielle de ZIGUINCHOH.

INTRODUCTION

Les ruraux sénégalais (femmes surtout) sont employés quotidiennement, même pendant la campagne agricole à une multitude de tâches, souvent longues et pénibles : pompage de l'eau, ramassage du bois, cuisson, transformation des produits. Pendant ce temps, un important cheptel de trait (bovins, équins, asins) n'est pratiquement pas utilisé en dehors des 3 mois de culture, sauf pour le transport.

Depuis très longtemps, cette situation a conduit les structures nationales de recherche et de développement, ainsi que de nombreux organismes étrangers, à s'intéresser à la mise au point des techniques visant à l'allégement des travaux de la femme et à une meilleure utilisation de la traction animale. De nombreux matériels et techniques, utilisant des sources d'énergie diverses, ont été testés ; quelques-uns se sont développés en milieu rural.

Cette étude, non exhaustive, décrit les principales expériences du SENEGAL. La première partie est consacrée aux possibilités d'utilisation des sources d'énergie disponibles pour la couverture des besoins énergétiques des populations rurales. La seconde partie analyse les caractéristiques des techniques et matériels testés et leur applicabilité aux zones rurales ; nous avons restreint notre champ d'investigation aux points suivants : le pompage de l'eau, la cuisson, le séchage, le stockage et la transformation des principaux produits agricoles. La troisième et dernière partie propose, à partir des résultats de ces expériences, un certain nombre de recommandations pour la mise en place de nouvelles actions dans les domaines précédemment cités.

LES BESOINS ENERGETIQUES DU MONDE RURAL

Les sources d'énergie disponibles et les besoins énergétiques du monde rural, résumés dans le tableau I, nécessitent d'être précisés dans le cas particulier du SENEGAL.

1.1. Les sources énergétiques disponibles

Elles sont de deux types : les énergies renouvelables et les produits pétroliers.

1.1.1. Les énergies renouvelables :

- le bois et le charbon de bois

La surexploitation actuelle, provoquée par des besoins croissants de combustion (cuisson surtout), pose de graves problèmes de déforestation.

- les déchets animaux et végétaux

Les déchets animaux sont surtout utilisés pour la fertilisation (fumure organique), et quelquefois pour la combustion. Les déchets végétaux servent de plus en plus à l'alimentation animale (fanés d'arachide, pailles de mils et de riz). La transformation en gaz (méthane) de ces déchets, avec production de compost pourrait être une alternative pour des cas particuliers, sous réserve de ne pas concurrencer l'alimentation animale.

- l'énergie humaine

Elle est très employée pour tous les travaux ; la tendance actuelle va vers une meilleure valorisation de cette énergie et sa suppression pour les travaux pénibles.

- l'énergie animale

Son utilisation est très répandue pour les travaux agricoles mais trop rare pendant le reste de l'année.

- Le rayonnement solaire

L'énergie solaire disponible en grande quantité toute l'année sur le territoire sénégalais, n'est pratiquement pas valorisée ; la mise en œuvre des techniques permettant son utilisation est, très coûteuse. De nombreux progrès techniques restent à faire.

TABLEAU 1 : LES DIFFERENTES FORMES D'ENERGIE ET LEURS POSSIBILITES
D'UTILISATION EN MILIEU RURAL

SOURCES ENERGETIQUES DISPONIBLES = ENTRANTES	ENERGIES UTILES = SORTANTES	UTILISATIONS
<ul style="list-style-type: none"> - BOIS ET CHARBON DE BOIS - PETROLE ET SES DERIVES - DECHETS ANIMAUX ET VEGETAUX - RAYONNEMENT SOLAIRE 	ENERGIE THERMIQUE 	<ul style="list-style-type: none"> - CUISSON - CHAUFFAGE DE L'EAU - SECHAGE DES PRODUITS - ECLAIRAGE - PRODUCTION DE FROID - MOTEUR
<ul style="list-style-type: none"> - HOMME - ANIMAUX - VENT 	ENERGIE MECANIQUE 	<ul style="list-style-type: none"> - POMPAGE DE L'EAU - TRAVAUX AGRICOLES - <u>TRANSPOTS DIVERS</u> (PERSONNES, MARCHANDISES) - PREPARATIONS DOMESTIQUES (MOUTURE, DECORTICAGE, etc...) - ARTISANAT
<ul style="list-style-type: none"> - VENT - RAYONNEMENT SOLAIRE 	ENERGIE ELECTRIQUE 	<ul style="list-style-type: none"> - ECLAIRAGE - EQUIPEMENT ELECTRIQUE DOMESTIQUE - ARTISANAT - ETC...

→ TRANSFORMATIONS POSSIBLES.

SOURCE : SEMA - 1980.

1.1. Les énergies

La majeure partie des besoins domestiques est couverte par le bois et le charbon de bois (cuisson, chauffage de l'eau) et par les énergies humaines et/ou animale (pompage de l'eau, mouture et décorticage, etc...). L'insécurité et la rareté des zones à l'intérieur du pays empêchent, aujourd'hui, d'envisager efficacement son utilisation. Quelque soit la situation, le stockage de l'énergie n'est pas encore résolu.

1.1.2. Les produits pétroliers

Ils sont peu utilisés en milieu rural (éclairage, moteurs de motopompes et moulins). Etant donné qu'ils ne sont pas produits au SENEGAL et que leurs coûts ne cessent de croître, leur extension n'est pas à envisager.

1.2. Les énergies utilisées

Elles sont de 3 types : thermique, mécanique et électrique. Diverses techniques de transformation permettent de passer de l'une à l'autre, mais avec des coefficients toujours inférieurs à 1.

En pourcentage, les rendements sont approximativement les suivants.

ENERGIE ENTRANTE	ENERGIE SORTANTE	RENDEMENTS
THERMIQUE	MECANIQUE	7 à 40p. 100
MECANIQUE	ELECTRIQUE	60 à 90p. 100
ELECTRIQUE	MECANIQUE	60 à 85p. 100

Ces chiffres montrent que l'utilisation directe est à recommander pour limiter les pertes inutiles d'énergie.

1.3. Les sources d'énergie utilisées en milieu rural

La majeure partie des besoins domestiques est couverte par le bois et le charbon de bois (cuisson, chauffage de l'eau) et par les énergies humaines et/ou animale (pompage de l'eau, mouture et décorticage, etc...).

Les autres sources énergétiques sont très peu présentes : l'énergie électrique dans les lampes torches, les produits pétroliers pour l'éclairage et quelques appareils de transformation des produits (moulins, batteuses, décortiqueurs, etc...)

2.1. Les nappes d'eau

2.1.1. Les ressources hydriques

i) les eaux de surface

elles sont réparties sous les formes

suivantes :

- les rivières (Sénégal, Fatick et Tambacounda)
- les lacs et étangs permanents et les étangs temporaires, etc...
- les mares temporaires remplies pendant l'hivernage.

ii) les eaux souterraines :

On distingue les ressources suivantes (Société Nationale des Forages, 1977) :

- les nappes phréatiques quaternaires littorales de débit faible et d'extension très limitée.
- les nappes du Continental Terminal, entre 10 et 80 m de profondeur dont le débit varie entre 5 et 40 m³/h. Elles recouvrent les 4/5 du pays ; les ouvrages, qui captent cette nappe, descendent jusqu'à 100m.
- les nappes éocènes et crétacées, qui offrent de grandes possibilités.
- le Maestrichien qui couvre la quasi totalité du pays avec des débits variant de 50 à 100 m³/h. Le toit de l'aquifère varie de 300 à 500 m vers TAMBACOUNDA et de 100 à 300 m dans le reste du pays.
- les nappes du socle au SENEGAL ORIENTAL où il n'y a pas de Maestrichien.

Ainsi donc, des ressources hydriques sont disponibles sur l'ensemble du pays, jusqu'à 50 m, sauf pour le Fatick où il faut descendre jusqu'à 80 m. Les ressources de faible profondeur ne permettent pas toujours de couvrir les besoins des populations, il faut alors recourir aux nappes profondes.

2.1.2. L'utilisation de l'eau

Les besoins en eau sont classés en deux catégories : les besoins hydrauliques et les besoins pastoraux. Les besoins hydrauliques sont les suivants (SAED (1) :

BEESOINS	CONSOUMATION	QUALITE DE L'EAU
HYDRAULIQUE: HOMMES	: 10 à 50 l/j/ha	: EAU DOUCE SAINE
: ANIMAUX	: 30 à 40 l/j/BOVIN	: EAU DOUCE
: SEDENTAI-		
VILLAGEOISE: RES	: 4 à 5 l/j/OVIN	
: IRRIGATION	: 50 à 100 m ³ /j/ha	: EAU DOUCE
HYDRAULIQUE: ANIMAUX	: 30 à 40 l/j/BOVIN	: EAU DOUCE
PASTORALE	: 4 à 5 l/j/OVIN	

2.1.3. Le pompage des eaux de surface

En général, elles sont très facilement exploitables, mais souvent d'une qualité médiocre pour les besoins humains; elles sont, par conséquent, réservées aux besoins animaux et à l'irrigation. Très souvent les techniques de pompage retenues pour l'irrigation dépassent le cadre de notre propos: périmètres SAED (1) et C.S.S. (2) sur le fleuve. A titre d'exemple, une superficie de 150 ha demande une puissance de 200 cv pour une hauteur manométrique totale de 20 m. (H.M.T.).

Depuis quelques années les petits périmètres se développent: SAED vers MATAM, SODEFITEX (3) sur la GAMBIE (16 à 50 ha). Les matériels retenus sont des petits groupes motopompes, confiés à des groupements de producteurs ou à des associations villageoises. On admet couramment, que pour une H.M.T. de 10 m, il faut environ 1 CV pour 1,5 ha soit 20 CV pour 30 ha.

- (1) - SAED - Société d'Aménagement et d'Equipement du Delta SAINT-LOUIS.
- (2) - C.S.S. - Compagnie Sucrière Sénégalaise RI CHARD-TOLL
- (3) - SODEFITEX - Société de Développement des Fibres et Textiles - DAKAR.

2.1.4. Les ouvrages de captage des eaux souterraines :

Elles sont en général d'une profondeur moindre que les eaux de surface. Certaines nappes présentent, toutefois, des taux de salinité élevés, ce qui limite la durée de vie de certains équipements.

2.1.4.1. Les ouvrages

Les puits traditionnels ou modernes sont encore beaucoup plus nombreux que les forages, dont le développement est récent. Leurs principales caractéristiques peuvent se résumer de la manière suivante (SEMA 1980) :

OUVRAGES	P.T. = PUIITS	PC = PUIITS	F =
CARACTERISTIQUES	TRADITIONNEL	CIMENTE	FORAGE
Diamètre courant	0.8 à 1 m	1.2. à 1.8 m	4 à 7 pouces 0,1 à 0,18m
Profondeur	Moyenne 30 m	20 à 40 m	40 à 200 m
Débit	10 m ³ /j	5 à 1,5 m ³ /j	10 à 1000 m ³ /j
Durée de vie	5 à 20 ans	30 ans	30 ans
Coût en CFA (1979)	< 150.000 pour 30 m	60.000/m	40.000CFA/m
Inconvénients	Débit faible	Trop cher au-dessus de 40 m	Nécessité de Mécanisation
Avantages	Bon marché	Durée de vie élevée	- Bon Débit - puisage profond

2.1.4.2. Les moyens d'exhaure :

Leurs principales caractéristiques, résumées dans le tableau II, sont précisées par les commentaires suivants :

- Les systèmes traditionnels :

Ils sont encore majoritaires au SENEGAL et présentent l'avantage d'être peu coûteux, mais leur utilisation se limite très souvent aux seuls besoins de la famille.

... l'efficacité de ce travail quotidien... (le recours à la traction animale ; cette solution présente l'inconvénient de polluer les puits (cordes traînant sur le sol)).

- Les systèmes améliorés (Fig.1 et 2)

Les travaux menés par la recherche agricole visaient l'utilisation de la traction bovine (PLESSARD 1971-1972-1974), mais le système mis au point est trop coûteux (environ 700.000 FCFA aujourd'hui). Actuellement, seuls 3 à 4 exhaures fonctionnent : NDIAMSIL, KOUMBIDIA et LAYABE ; pour-tant, l'augmentation des débits, ainsi obtenue, permet une plus large utilisation de l'eau. Ce système présente l'inconvénient de faire écrouler le fond de puits en quel que 5 années, s'il n'est pas busé sur au moins 6 m en dessous du niveau statique de l'eau et avec consolidation des buses (anneaux de 1 m de diamètre).

De son côté, l'ENDA en relation avec les O.N.G. (Organisations Non Gouvernementales) a travaillé sur la simplification et la réduction des coûts des exhaures à traction bovine. Malgré ces efforts, il n'y a pas eu de diffusion ; sur les 10 installés, 1 seul fonctionne. L'ENDA et l'A.F.V.P., ont aussi installé une dizaine de manèges pour tractation à main (profondeur maximum de pompage : 10 m) au Fleuve, au Sine Saloum et en Casamance.

- Les pompes manuelles et à pédales (FIG 3, 4, 5).

En plus des puits, ces équipements permettent d'exploiter les forages. Ceci a amené de nombreux projets à s'intéresser à ces matériels pour la mise en valeur des forages où les motopompes ne se justifient pas. Le tableau 1 récapitule quelques unes des expériences conduites au SENEGAL ; les principales conclusions à en retenir sont :

- une trop grande diversité des modèles pose de sérieux problèmes dans l'approvisionnement en pièces détachées difficilement réalisables sur place (pistons et joints surtout). Ainsi les pompes indiennes, BRIAU et GUERQUET sont presque toutes en panne.
- les modèles moins chers (exemple BRIAU) sont trop fragiles ; les 20 modèles sont tombés en panne en moins de 2 mois. La direction de l'hydraulique a alors décidé de s'orienter vers des pompes plus chères, mais beaucoup plus rustiques (DEFLECHIN). Ceci afin de mieux valoriser des forages qui coûtent souvent 10 fois plus chers que les pompes.

en fait, nous constatons que les pompes manuelles ont des pannes graves :

- . la rupture des supports des pompes situés sur la pompe VERMOREL.
- . la rouille de la colonne de confinement en acier sur les pompes VEB.

En résumé, les pompes manuelles sont utilisables jusqu'à 50 m de profondeur et peuvent durer plusieurs années, sous réserve de les entretenir périodiquement. Cette dernière opération a l'inconvénient d'être coûteuse car elle ne peut-être faite aujourd'hui que par des équipes spécialisées (les artisans locaux ne possèdent, ni la compétence, ni les équipements nécessaires pour ces opérations).

- Les éoliennes (FIG 7 et 8)

De nombreux modèles ont été testés ; quelques uns sont même fabriqués du SENEGAL (multipales SISMAR et artisanales, SAVONIUS de l'IUT de DAKAR, SAHORES de DELLO). Récemment, 200 multipales de petits débits, offertes par les Argentins, ont été installées ; on trouve aussi une vingtaine de SAHORES, quelques aérogénérateurs et quelques SAVONIUS.

La plupart de ces expériences se soldent par des échecs car le vent est beaucoup trop irrégulier à l'intérieur du pays.

Leurs principales caractéristiques peuvent se résumer de la manière suivante :

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
MULTIPALES	-Démarrage par vents faibles (2.5 à 3m/s) -Maintenance facile	-Fragilité tringle-rie -Inadaptée puits de plus de 50 m
SAVONIUS	-Technologie simple, bonne pour vents faibles (2.5 m/s)	-Rendement faible pour les vents de plus de 5 m/s -Ne résiste pas aux tornades
AEROGENERATEUR	-Bonne utilisation des vents forts -souplesse d'utilisation	-pas de démarrage par vents faibles inférieurs à 5 m/s -Prix élevé, technicité élevée

TABLEAU II : LES MOYENS D'EXHAURE

CARACTERISTIQUES EXHAURE	OUVRAGES			MECANISMES EN JEU	PRIX H.T. MOYEN 1984. en 1.000 C.F.A.	PROF. MAXI en m	DEBITS M ³	UTILISATIONS				
	PT	PC	F					H	A	I	PA	
<u>TRADITIONNELLE</u> :				"DALOU" de 2 à 3 l (seau en cuir)	P.M.	60	1.5m ³ /4 pers./20 m	x	x	x		
. manuelle	x	x										
. animale (cheval, âne)	x	x		"DALOU" jusqu'à 50 l	P.M.	80	1.7 m /3 roste/40m	x	x	x	x	x
<u>AMELIOREE</u> :												
. bovine: "GUEROULT"		x		Seaux ou fûts jusqu'à	700	60	2 à 5 m ³ /h	x	x	x	x	x
. équine et/ou asine	x	x	x	Manèges divers : 60l - tringles + piston - pompes à godets	150 à 500	60	1 à 4 m ³ /h et environ	x	x	x	x	x
	x	x	x			100	1.1 m ³ /h à 60 m	x	x	x	x	x
<u>POMPES</u> : - MANUELLES		x	x	Tringle ou cable + piston	400 à 700	50	1 m ³ /h à 20 m	x	x	x	x	
- A PEDALE		x	x	Hydraulique + baudruche	300	50	" "	x	x	x	x	
<u>EOLIENNES</u> :												
- Multipales		x	x	Tringle + piston	500 à 4.000	50	3 à 20 m ³ /j	x	x	x	x	x
- Bipales		x	x	Aérogénérateur + pompe élec.	8000 à 9.000	>100	3 à 10 m ³ /h à 30 m	x	x	x	x	x
- Savonius		x	x	Hydraulique + Baudruche		50	<10m ³ /j à 15 m	x	x	x	x	x
<u>1 POMPES</u> :												
- THERMODYNAMIQUES		x	x	Effet de serre				x	x	x	x	
- PHOTOVOLTAIQUES		x	x	Cellules + Pompe immergée	8.000 pour 1.300 watts	100	1m ³ /j/7m ² cellules	x	x	x	x	x
<u>GROUPES MOTOPOMPES</u> (Diésel, gaz, etc..)/		x	x	pompe immergée: (groupe complet de 7 KVA)	15.000 à 6.000	>100	non limitée jusqu'à plus de 50 m ³ /h	x	x	x	x	x

LEGENDE : P.T. = Puits traditionnel P.C. = Puits cimenté F = Forage H = Humaine A = Animale I = Irrigation

P.A. = Pastorale xx = Couverture correcte des besoins. x = Faibles possibilités

SOURCES : PLESSARD 1971 - 1972 - 1974 SEMA : 1980 TRAN MINH DUC : 1979 - 1982

TABLEAU III : QUELQUES CHIFFRES SUR LES POMPES MANUELLES TESTEES
EN HYDRAULIQUE VILLAGEOISE AU SENEGAL

TYPE DE POMPE	MECANISMES	PROF. MOY.	DEBIT EN m ³	PRIX 1984 H.T. en 1000 CFA	NOMBRE		ZONE - REGION CONCERNEES
					DIFFUSEES	EN PROJET	
VERCNET à pied	Hydraulique	30 m	1 m ³ /h à 20 m	300	202		TAIBA - GANDIAYE BAMBEY
INDIENNES à balancier	TRINGLE-PISTON	30 m	-	600	20		
GUEROULT à balancier	TRINGLE-PISTON	40 m	moins de 5 m ³ /h à 4 pers.	-	100	-	THIES
VEW à balancier	CABLE-PISTON	40 m	1 m ³ /h/40 m	700	10	20	MBOUR
BRIAU à balancier	CABLE-PISTON	50 m	1 m ³ /h à 20 m	400	25	-	SENEGAL ORIENTAL
DEPLECHIN	TRINGLE-PISTON	50 m	15 à 3 m ³ /h	700	20	190	
TOTAL					377	210	

Les pompes solaires (FIG 8)

Techniquement, les pompes photovoltaïques sont plus adaptées aux petites utilisations (< 10 kWh), mais de nombreuses contraintes existent : un coût encore élevé, un transfert de technologie sophistiquée, une maintenance délicate, mais peu fréquente. Environ, une dizaine d'exemplaires ont été testés au SENEGAL (quelques m³ à 125 m³/j) ; leurs rendements baissent (diminution de l'efficacité des cellules avec le temps). Ces matériels ont certainement un avenir dans le domaine pastoral.

Les pompes mécaniques utilisant l'effet de serre peuvent être plus facilement fabriquées sur place, mais le pompage est impossible à grande profondeur (100 - 200 m). Les conversions thermodynamiques, supérieures à 20 kw, peuvent être utilisées pour l'irrigation, l'hydraulique pastorale et urbaine.

En 1979, le prix du m³ d'eau pompé avec ces matériels revenait à environ 200 - 250 CFA (TABLEAU IV).

- Les motopompes :

Les groupes diesel sont des matériels fiables, au point techniquement, et souples dans leur utilisation. Les augmentations successives de carburant rendent leur fonctionnement de plus en plus coûteux. En 1979, le prix du m³ revient à 200 CFA (TABLEAU IV). Ces motopompes sont surtout utilisées à la desserte des agglomérations où à des aménagements nécessitant un débit élevé, ou encore pour des profondeurs importantes.

Une expérience intéressante est en cours, au CRA de BAMBEY sur un moteur fonctionnant au BIOGAZ (10CV), il permet de fournir, entre autres, une irrigation de complément en hivernage et la réalisation de légumes en saison sèche. Le digesteur utilisé est le modèle transpaillé, mais au point par l'IRAT ; il fonctionne en continu.

2.1.4.3. Le transport de l'eau (FIG 9)

Le manque d'ouvrages et de moyens d'exhaure amène souvent les populations à faire de longs déplacements pour aller chercher l'eau. Quand les quantités deviennent importantes, il est possible d'utiliser la traction animale, on peut utiliser des fûts de 200 l fixés sur des charrettes classiques (solution la moins coûteuse) ou encore des équipements spécialisés : la SISMAR propose 2 citernes à eau.

	GROUPE DIESEL POMPE ELECTRIQUE	POMPE PHOTOVOLTAIQUE 1 000 W Crête
Hauteur manométrique	30 m.	30 m
Débit horaire nominal	7 m ³ /h	32 m ³ /j
(Durée annuelle fonctionnement	1 800 h	1 800 h
Volume annuel pompé	12 600 m ³	11 500 m ³
<u>/Investissements : CFA H.T.</u>		
. groupe 7 KVA	(4 ans) 1.650.000	
. groupe de secours	(10 ans) 1.650.000	(13 ans) 8.500.000
. pompe immergée	(10 ans) 900.000	(prix FOB)
. cabine pompage	(20 ans) 800.000	
. divers	(10 ans) 750.~300	1.500.000
TOTAL	5.750.000	10.000.000
<u>Amortissement annuel</u>		
. taux d'intérêt 15 %	1.365.000	1.995.000
<u>Fonctionnement annuel</u>		
. Gas oil 150 F CFA/l	270.000	
. Lubrifiants (18 % gas oil)	40.000	
. Main-d'oeuvre	480.000	
. Entretien 25 % prix groupe	400.000	15 % Investissement
TOTAL	1.190.000	150.000~
<u>Prix de revient M³ en CFA</u>		
Total	205	185
Pour frais fonctionnement	95	12.5

* SOURCE : SEMA 1980.

- Une pour traction bovine de 600 kg à environ 140.000 F.CFA.
- Une pour traction bovine de 800 kg à environ 320.000 F.CFA.

2.2. La cuisson :

En milieu rural, les besoins énergétiques liés à la cuisine sont les plus importants. Les principaux combustibles sont le bois, et à une moindre échelle le charbon de bois les technologies traditionnelles sont simples (feu à même le sol ou petit réchaud métallique pour le charbon de bois) ; mais elles gaspillent beaucoup d'énergie. Le gaz, le pétrole, et l'électricité sont beaucoup plus coûteux et utilisés surtout en milieu urbain.

Au SENEGAL, le CERER a beaucoup travaillé dans ce domaine et a axé ses recherches sur les points suivants :

- la réduction des pertes d'énergie dans la combustion du bois ;
- la mise en valeur de nouvelles sources énergétiques, rayonnement solaire en particulier.

2.2.1. Les foyers *améliorés : "BAN AK SUUF" (FIG 10)

Cette opération est une réussite car elle a abouti à la vulgarisation de cuisinières améliorées en Banco en milieu rural, et de foyers métalliques "SA KANA" en milieu urbain.

Ces matériels sont réalisés à partir de produits disponibles localement ; leur technologie simplifiée permet leur fabrication et leur entretien en milieu rural (CERER, 1982 ; ENDA - CERER 1982 ; MADON G. DIMURO E. 1982). Ils permettent des économies de combustibles variant de 20 à 40 % et des gains en temps de cuisson de 1h/j (MADON G., DIOP L., LAGHANDE E. 1982).

2.2.2. Les cuisinières salaires : (Source : SEMA 1980)

Les procédés mis au point utilisent 2 types de capteurs :

- le capteur plan : "Cuisseur solaire du BRACE RESEARCH INSTITUTE (CANADA)"

On utilise un capteur plan à trois vitrages superposés et un fluide colporteur (eau en ébullition) pour alimenter une chambre de cuisson (récipient calorifique).

ou, au contraire, de brûler les aliments, ce qui entraîne un effet néfaste sur la santé. Le rendement est de 20% du temps, les pertes de chaleur dépassent 100%.

Il a l'avantage de capter le rayonnement direct et d'être réalisé avec des matériaux locaux. Par contre, il est impossible de griller des aliments et de faire bouillir de l'eau.

le capteur parabolique : "barbecue solaire"

Il permet de concentrer le rayonnement solaire en un seul point (foyer du miroir parabolique), où l'on place les aliments.

Les températures peuvent atteindre 350°C, ce qui permet de griller les viandes. Cette technologie présente un certain nombre d'inconvénients majeurs : coût élevé, nécessité d'une orientation permanente, manipulation délicate.

Dans le contexte actuel, l'utilisation des cuisinières ne peut se développer pour les raisons suivantes : modification des horaires de cuisson, nécessité de travailler en plein soleil, importantes surfaces de captation à construire, etc...

2.3. Le stockage et le séchage

2.3.1. Le séchage

2.3.1.1. Les céréales (FIG 11 et 12)

Au nord de la GAMBIE, des méthodes simples et demandant peu de moyens sont disponibles : claies de séchage pour les chandelles de mil et des panicules de sorgho, cribs pour les épis de maïs, etc... Dans le contexte pluviométrique actuel, des moyens plus sophistiqués (séchoirs solaires ou à combustion) ne sont pas justifiés économiquement.

En Casamance, où le risque pluviométrique post-récolte est réel, l'amélioration des techniques traditionnelles (séchage à l'air libre du riz et du maïs) doit être envisagée.

2.3.1.2. Les légumes :

Le développement rapide du maraîchage se heurte très souvent à la contrainte d'écoulement des produits (la dépréciation en vert est rapide). Le séchage augmente la durée de conservation, il peut donc faciliter la gestion des périmètres maraîchers.

Des études sont en cours sur de petits séchoirs solaires. (VARAGNAT F. 1984).

2.3.1.3. Les produits divers :

Le CERER s'intéresse actuellement à l'application des séchoirs solaires pour le séchage des poissons (SAINT-LOUIS, CAYAR, BARGNY) et des fourrages.

2.3.2. Le stockage :

Il n'utilise pas directement l'énergie, mais il revêt une importance capitale dans la gestion de l'eau et des produits vivriers.

2.3.2.1. L'eau :

Bien que l'on parle souvent des cases à impluvium en CASAMANCE, cette pratique est en réalité peu répandue à travers le pays. Pourtant, avec l'augmentation rapide du nombre de toitures en tôle, il est très facile de récupérer l'eau de pluie en montant simplement des gouttières qui canalisent l'eau vers des récipients divers : fûts, silos, etc... Localement, certains paysans ont déjà adopté ces techniques avec plus ou moins de réussite.

La DER (Direction de l'Équipement Rural), grâce à un financement canadien, vient de lancer un programme test à FIMELA (FATICK). Elle va tester des citernes de stockage en ferrociment (Thaïlandaise de 10 m³, prototype DER de 5 m³). Ces dernières seront alimentées à partir des toitures en tôle ou toits de chaume recouverts de sacs polypropylène.

2.3.2.2. Les céréales

Pour le stockage en épis, on distingue grosso-modo 2 zones :

- Au nord de la GAMBIE, les greniers traditionnels permettent un stockage satisfaisant (mil surtout) ,

TABLEAU V : LES PRINCIPALES STRUCTURES DE STOCKAGE
CEREALES EN GRAIN.

TYPE DE STRUCTURE	CARACTERISTIQUES			OBSERVATIONS (b)	
	UTILISATION (a)	CAPACITE EN T. ou M ³	COUT 1984 EN F CFA/Kg ou l		
SILOS	Métallique	I	1 5 à 2T	13 F CFA/Kg	Insect. (1)
	Métallique ouvert;	I-C	14 T.	15 F CFA/Kg	Insect. (1)
	CARRERA	I-C	3.5 m ³	20 F CFA/l	Insect. (1)
	PUSA	I-C	2 T.	33 F CFA/l	silos fumigable
	PLASTIQUE	C-Co	500 T.	17 F CFA/Kg	
SILO MAGASIN	I-C	11 m ³	13.5 F CFA/Kg	Insect. (2)	
MAGASINS	PL	480 C-CO	23	5 CFA/Kg	Insect. (2)
	500 - 1000	T. CO	900-1000	20 F CFA/Kg	Insect. (2)
	1000 - 2000 T.	Co		27 F CFA/Kg	Insect. (2)

Légende : a) I = Individuel C = collectif Co = Commercialisation

b) Insect (1) = 1 traitement insecticide nécessaire

Insect (2) = 2 ou plusieurs traitements insecticide indispensables

SOURCE : MBENGUE H. M. , HAVARD M. 1985.

En conséquence, les méthodes employées sont moins performantes (risques de rûissement, humidité de l'air plus importante).

Le stockage en grains, a fait l'objet de nombreuses expériences et tests que nous avons consignés succinctement dans le tableau V. Les principales remarques à en tirer sont :

- les coûts moyens de stockage (13 à 33 F.CFA/kg) sont beaucoup trop élevés pour les paysans.
- l'absence de commercialisation de ces produits ne justifie pas aujourd'hui, l'implantation de ces structures.

2.4. Les techniques et matériels des transformations post-récolte en milieu rural

2.4.1. L'arachide :

Les principaux matériels testés au SENEGAL et regroupés dans le tableau VI font ressortir les points suivants :

- Seules, l'énergie humaine et les produits pétroliers sont utilisés pour le fonctionnement de ces appareils (l'énergie électrique est utilisée dans les zones urbaines et semi-urbaines).
- Le battage mécanique en milieu paysan n'est pas encore résolu, mais les principes de battages sont connus car de nombreux modèles sont vulgarisés en motorisation dans d'autres pays (U.S.A., BRÉSIL, etc...). Le modèle à mettre au point doit tenir compte des paramètres suivants : les quantités à battre sont faibles, la fane ne doit pas être abîmée car elle est recherchée pour l'alimentation animale.
- Le nettoyage a été mis au point dans le but de faciliter les contrôles de propreté des produits livrés aux SECCOS pour la commercialisation. Ainsi, le crible rotatif (FIG 16) permet de séparer les arachides des grosses impuretés et du sable, tandis que le tarare (FIG 17) effectue en plus la séparation des gousses (élimination des gousses vides) ; ce dernier est surtout utilisé pour les semences.

TABLEAU VI : LES TECHNIQUES ET LES MATERIELS UTILISABLES EN TECHNOLOGIE POST-RECOLTE DE L'ARACHIDE
EN MILIEU RURAL

TECHNIQUES	PRINCIPAUX MATERIELS	C A R A C T R I S T I Q U E S				OBSERVATIONS
		PRODUIT (1)	PUISSANCE ¹ REQUISE	DEBIT EN Kg/h (2)	PRIX 1984 OU T.T.(ESTIMA- TION ²) en 1.000 FCFA	
AFFIAGE	Egousseuse 1 3)	ARB.	Humaine	100/200	35	
	Batteuse FIRDOU	ARH.	9 à 11 CV	800	3.000	Modèle expérimental
	Batteuse LILLISTON	ARH/ARB	45 - 50 CV	100/200	15.000	Prix sans tracteur
NETTOYAGE	Laveuse (FIG. 14)	ARB.	Humaine	75	25	
	Crible rotatif (FIG.16)	ARH	Humaine	100/1500	180	utilisé aux SECCO
	TARARE "DAROU"(FIG. 17)	ARH, ARB	3 à 4 CV	1 .000	1.200	utilisé pour lessemences!
DECORTICAGE (FIG. 15)	Décortiqueur Alternatif	ARH	Humaine	100	40 à 60	3 modèles : SISCOMA, ARARA, ARTISANAL
	Décortiqueurs rotatifs	ARH	Humaine	100 - 150	20 à 150	2 modèles : VICTOIRE SUPER VICTOIRE
	Décortiqueur SECCO	ARH	Humaine	100 - 150	1300	sasseur + ventilateur
TRAITEMENT FONGICIDE SEMENCES		ARH/ARB	Humaine	-	30	mélangeur de 20 l.
MULIN A PATE D'ARACHIDE		ARH	6 à 10 CV	-	430	

LEGENDE : 1) ARH = Arachide d'huilerie ARB = Arachide de bouche

(2) Les prix s'entendent moteur thermique compris. Ils ne peuvent être utilisés que pour donner un ordre de grandeur.

Le dégrainage motorisé est possible, mais il n'existe pas pour les semences, sauf peut-être le décortiqueur ARARA testé au NIGER sur le 55-437 (MAYEUX - 1982). Un développement important de ces matériels favoriserait la fabrication artisanale de l'huile (prix de revient beaucoup moins cher que l'huile industrielle), et la vente en grains en dehors du circuit de commercialisation, ce que l'administration locale cherche à éviter.

2.4.2. Les céréales :

Les caractéristiques des divers matériels, résumées dans le tableau VII, nous conduisent aux remarques suivantes :

- L'augmentation des performances, même faible, s'accompagne dans la majorité des transformations par des augmentations importantes de puissance. Il existe donc peu de solutions manuelles intéressantes par rapport aux techniques traditionnelles, excepté le battage du riz, du sorgho et du maïs.
- Les techniques motorisées mises au point sont performantes, mais hors de portée de l'exploitant sénégalais et même de la plupart des villages.
- En dehors du fleuve, où l'on recherche des batteuses d'un débit supérieur à 1t/h, la vulgarisation de ces techniques ne peut s'envisager qu'avec la mise en place d'une commercialisation.
- Un certain nombre de matériels commence à être diffusé à travers le pays :
 - . une centaine de batteuses à mil dans le bassin arachidier ;
 - . quelques dizaines de batteuses à riz (débit 1t/h) sur le fleuve, mais beaucoup sont en panne actuellement ;
 - . quelques unités de batteuses à pédale en CASAMANCE ; ce choix s'oriente préférentiellement vers la batteuse chinoise, la batteuse SISCOOMA étant trop chère et trop lourde.
 - . quelques décortiqueurs à riz sur le fleuve
 - . Entre 1.000 et 2.000 moulins à marteaux à travers le pays.

TABLEAU VII : LES TECHNIQUES ET LES MATERIELS UTILISABLES EN TECHNOLOGIE POST-RECOLTE DES CEREALES EN MILIEU RURAL

TECHNIQUES	PRINCIPAUX MATERIELS	PRODUITS CONCERNES (1)	PUISSANCE REQUISE	DEBIT EN Kg/h	PRIX 1984 EN T.T. (estimation en 1000CFA)	OBSERVATIONS
EGRENAGE (FIG. 18)	EGRENOIRS CHAMPENOIS	Ma	Humaine	26 à 150	12 à 100	3 modèles
	EGRENOIRS RICHON, BOURGOIN	Ma	10 CV	1.500	1.500	
BATTAGE	BATTEUSES A PEDALE (FIG.19)	P	Humaine	100/150	150	2 modèles : un bois, un fer
	BATTEUSES "BS 1000" ET MAROT (FIG. 20)	M - S	25-30CV	800/1.000	3.500	entraînée par tracteur
	BATTEUSE BAMBA (FIG.21)	M-S-Ma	8 CV	350/800	2.000	A tester sur riz
	BATTEUSES A CEREALES	P-S-Ma	3 à 15 CV	200/1.500	700 à 4.000	
NETTOYAGE	TARARE MANUEL (FIG.22)	P-S-M-Ma	Humaine	-	110	
	TARARE "DAROU"	P-S-M-Ma	3 à 4 CV	1.500	1.200	
	BLUTERIE (FIG. 25)	FARINE	2 à 3 CV	120	-	utilisée avec moulins à
DECORTICAGE MOUTURE	DECORTIQUEUR A CONE (FAO) (FIG.23)	M - S	7 à 10 CV	130-150	2.000	usure trop rapide
	DECORTIQUEUR A MEULES (PRL) (FIG.24)	M-S-Ma-P	8 à 10 CV	100-150	3.000	Expérimental
	DECORTIQUEUR A ROULEAUX	P.	5 à 10 CV	50-100	2.000 à 3.000	Rouleaux métalliques
	MOULINS A MEUBLES (FIG.25)	M-Ma-S"	3 à 10 CV	100-350		Pour farines tendres et sèches
	MOULINS A MARTEAUX	M-Ma-S.	6 à 10 CV	150-500	500 à 1.200	Broyeurs

LEGENDE : (1) Ma = Mals P = Paddy M = Mil S = Sorgho.

(2) Les prix annoncés s'entendent moteur thermique compris. Ces chiffres ne peuvent être utilisés que pour donner un ordre de grandeur.

SOURCE : MBENGUE H. M., HAVARD M. 1985

2.4.3. Les autres produits :

Dans sa gamme, la SISMAR propose un décortiqueur à noix de palme "CRACKER PALMER", (FIG 27), équipé d'un moteur de 3 CV. Ce dernier coûte 300.000 F.CFA et débite de 300 à 400 kg/h de noix. Il importe maintenant d'évaluer ses performances en milieu réel.

L'ENDA, en collaboration avec la SODIZI, a mis au point et fabriqué une presse manuelle à huile de palme.

2.5. Autres utilisations possibles des énergies :

Le CERER a mis au point un chauffe-eau sol aire (FIG 28), fabriqué et diffusé par la SINAES, pour des maisons individuelles. Les calculs de rentabilité (SEMA-1980) montrent que le chauffe-eau sol aire revient à deux fois moins cher que le chauffe-eau électrique.

Le CERER propose aussi un distillateur sol aire d'un coût de 70.000 FCFA pour 2 m² (superficie du capteur). Il peut produire de 6 à 10 l d'eau par jour .

3.3. CONCLUSIONS - RECOMMANDATIONS

3.1. CONCLUSIONS :

3.1.1. Les résultats :

Les travaux menés ont été orientés dans 2 directions différentes : i) l'amélioration des techniques traditionnelles et ii) la mise en valeur d'autres sources énergétiques (renouvelables de préférence : rayonnement solaire, vent, biogaz, etc..).

i) l'amélioration des techniques existantes :

Les matériels et techniques mis au point peuvent se caractériser de la manière suivante, par rapport aux méthodes traditionnelles : économie d'énergie, réduction de la pénibilité du travail, amélioration des performances mais investissements plus élevés, etc...). Parmi les principales diffusions, on peut citer les foyers améliorés "BAN AK SUUF" et "SA KANA", les pompes manuelles sur forage, les moulins à moteur, et à un moindre degré, les batteuses à mil et à céréales. D'un point de vue technique, la maintenance de ces matériels est un facteur limitant, car elle est souvent impossible en milieu rural. Ainsi, pour les pompes manuelles, des réparations simples (changement de joints de piston) nécessitent un matériel important, très coûteux à déplacer.

ii) la mise en valeur d'autres sources énergétiques

Les recherches ont abouti à la mise au point d'un certain nombre de techniques et de matériels (pompes, séchoirs et cuiseurs solaires ; éoliennes et aérogénérateurs ; fermenteurs pour la production de biogaz). Ces prototypes ont, pour la plupart, été testés en milieu réel, mais ils nécessitent des améliorations avant de pouvoir passer en vulgarisation. Les travaux sont orientés actuellement sur la réduction des coûts, l'augmentation de la fragilité et de la durée de vie.

3.1.2. Les structures et organismes concernés

En plus des structures nationales, mentionnées dans le tableau VIII, on doit ajouter un certain nombre d'organismes divers, qui travaillent sur de petites zones, voire même des sites isolés, dans les domaines suivants :

- Le pompage de l'eau : CARITAS, S.O.S SAHEL, ENDA, AFVP.

TABLEAU VII LES DOMAINES D'INTERVENTION DES STRUCTURES NATIONALES

STRUCTURES	DOMAINES				
	I	II	III	IV	V
<u>MINISTERE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE</u>	X	X	X	X	X
- I.T.A. - Institut de Technologie alimentaire		X	X	X	X
- I.S.R.A. - Institut Sénégalais de Recherches Agricoles	X	X	X	X	X
<u>MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL (1)</u>	X	X	X	X	X
- D.P.V. - Direction de la Protection des Végétaux				X	
- S.R.D.R. - Sociétés Régionales de Développement Rural (SODEVA, SOMIVAC , SODEFITEX , SEAD)	X	X	X	X	X
<u>MINISTERE DU DEVELOPPEMENT SOCIAL</u>		X			X
- Promotion humaine		X			X
<u>MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR</u>	X	X	X	X	
- CERER - Centre d' Etudes et de Recherches sur les énergies renouvelables		X	X		
- ENEA - L' Ecole Nationale d'Economie Appliquée				X	
- ENSUT - Ecole Nationale Supérieure de Technologie	X				
<u>MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE</u>	X			X	
- Direction de l' hydraulique	X				
- Direction de l' Equipement Rural	X			X	
<u>MINISTERE DU DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET DE L'ARTISANAT</u> (2)	X	X			X
SISMAR - Société Industrielle Sahélienne de Mécanique ⁶ de Matériels Agricoles et de Représentation	X				X
- Artisans locaux	X	X			X
- SODIZI - Société de Développement Industriel de ZIGUINCHOR	X	X			X

LEGENDE : I = Pompage de l'eau II = Cuisson III = Séchage
IV = Stockage V = Transformations

(1) Ce Ministère intervient dans la pré vulgarisation des matériels et techniques.

(2) On peut aussi signaler la SINAES (Société Industrielle Nationale d'**Appli-**
cation de l'**Energie** Solaire) qui fabrique des chauffe-eau solaires.

TABLEAU IX = APERCU SUR LES PROGRAMMES DE QUELQUES ORGANISMES

ORGANISMES	PRINCIPAUX PROGRAMMES	RESULTATS DISPONIBLES OU ATTENDUS	
		= D	= A
CABR	<ul style="list-style-type: none"> - Economies d'énergie - Evaluation du potentiel solaire et éolien - Utilisation de l'énergie solaire - Utilisation de la biomasse 	<ul style="list-style-type: none"> D = BAN AK SUUF, SAKANAL A = Etablissement d'une carte solaire et d'une carte des vents A = Evaluation technico-économique des installations en énergie renouvelable D = Chauffe-eau, séchoir, distillateur A = Electricité, stérilisation A = Utilisations du biogaz obtenu (éclairage, froid stérilisation). 	
UNDA EN COLLABORATION AVEC O.N.G.	<ul style="list-style-type: none"> - Exhaure de l'eau avec V.P. - Utilisation de la biomasse - Transformation des produits avec SODIZI 	<ul style="list-style-type: none"> D = Réalisation d'éoliennes simples (SAHORES) D = Simplification exhaure à traction animale D = Fermenteur discontinu en CASAMANCE D = Presse manuelle à huile de palme 	
ISRA	<ul style="list-style-type: none"> - Technologie post-récolte - Machinisme agricole 	<ul style="list-style-type: none"> D = Batteuses, décortiqueuses, moulins, exhaure animale A = Mise au point d'une unité de battage, décortiqueuse mouture pour les besoins villageois. A = Evaluation des techniques diffusées. 	
DIRECTION HYDRAULIQUE	- Hydraulique villageoise	<ul style="list-style-type: none"> D = Réalisations de nombreux ouvrages (puits, forages) D = Equipement en moyens d'exhaure de ces ouvrages A = Recherche de Moyens d'exhaure adaptés au niveau villageois (pompes manuelles). 	
M.S. SAHEL	- Hydraulique villageoise	A = Adaptation de techniques d'exhaure accessibles aux ruraux sénégalais. (pompes manuelles et solaires).	
M.L.R.	- Irrigation, stockage de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> A = Adaptation de techniques de stockage de l'eau de pluie A = Réalisation de périmètres maraîchers. 	
M.T.A.	- Séchage, stockage et transformation des céréales	<ul style="list-style-type: none"> D = CANA grenier, séchoirs solaires A = Amélioration du séchage et stockage paysannal A = Profils de produits obtenus à partir du maïs 	

REMARQUE : Ce tableau est incomplet, car tous les organismes n'ont pu être contactés.

- La cuisson : ONG (*) étrangères en général.
- Le séchage et le stockage : GRET, CIEPAC.
- La transformation des produits : ENDA, GRE I, CEEMAT, etc. . .

De plus, quel ques organi smes peuvent jouer un rôle important dans la diffusion de l'information : ENDA, CEEMAT, GRET, CHAT etc...

La multipli ci té de ces structures et organismes, de leurs méthodes d'intervention, des sources de financement met en évidence la faiblesse de la coordination, à l'échel le nati anale, entre les programmes en cours dans un même domaine (exemple des moyens d'exhaure) .

3.2. Recommandations :

Le plus important semble, donc, de créer ou de redynamiser la coordination à l'échelle nationale. Un peut penser à la mise en place de plusieurs comités techniques regroupant l'ensemble des organi smes intervenant sur des programmes similaires (Tableau IX) : par exemple le pompage de l'eau, la cuisson, le séchage, le stockage de l'eau et des produits vivriers, les transformations, etc. . .

Etant donné que de nombreux acquis sont disponibles sous forme de rapport-i, de synthèses, etc... au niveau de tous les organismes, il serait intéressant de les réactualiser. Cette revue bibliographique, serait le premier travail confié à chacun de ces comités. On peut déjà donner quelques exemples de synthèses et d'études à rédiger (**):

i) Synthèses sur le pompage de l'eau s'appuyant sur les points suivants :

- localisation, nature et évaluation quantitative (si possible) des ressources disponibles.
- type, localisation et nombres d'ouvrages disponibles (puits, forages, etc...)

*ONG _ Organisations non gouvernementales : AFVP, Corps de paix, etc. . .

(**) ou à diffuser, si elles existent.

iii) Evaluation technico-économique :

iii) Evaluation technico-économique des techniques améliorées diffusés.

iii) Synthèses sur le stockage et le séchage des produits en insistant surtout :

- . sur le stockage de l'eau
- . sur le stockage et le séchage des céréales
- . sur le séchage des produits divers : légumes, poissons, etc...

iii) Evaluations technico-économiques sur les transformations des produits :

- primaires : battage, décorticage, nettoyage, mouture, etc...
- secondaires : alimentaire (gâteaux, pains, concentrées, etc...)

- 1979 - 1984 - "Développement énergétique rural
 (1) Jagers - à BOUTEILLON" - 11 pages.
 Comptes rendus de missions au SENEGAL
 GIEI.
- 14 - MADON G. - DI MURD E. - 1982 - "Construire sa propre
 cuisinière BANAF. SOUF" CERER -
 UNICEF - 20 pages.
- 15 - MADON G. - DIOP L. - LABRANDE E. - 1982 - "Les
 consommations de combustibles do-
 mestiques au SENEGAL sur foyers
 traditionnels et sur foyers
 améliorés".
 CERER - 39 pages.
- 16 - MAM - Bulletin d'Information N°10 - 1980. "Les pompes
 manuelles". 23 pages.
- 17 - MASSON - "Rapport sur l'énergie solaire pour le pompage
 de l'eau en zones arides " - 18 pages.
- 18 - M.A.T. N° 67 - Juillet - Septembre 1979. "Les
 éoliennes".
- 19 - M.A.T. N° 80 - Octobre - Décembre 1982 - "Séchoir
 solaire pour fruits et légumes".
- 20 - MAYEUX A. - 1982. "Le décortiqueur d'arachide ARARA
 familial" Oléagineux n° 10, pages 463 à
 467.
- 21 - MBENGUE H.M. - HAVARD M. - 1985. "La technologie post-
 récolte du mil : Importance relative des
 filières et des techniques utilisés.
 Etude des différents niveaux de mécanisa-
 tion" - 50 pages.
 ISRA/Département Systèmes de Production
 et Transferts de Technologie en milieu
 rural.
- 22 - MOLENAAR A. - 1956 - "Machines à élever l'eau pour
 l'irrigation" - 75 pages.
 FAO

* LEPT = LABORATOIRE ENERGETIQUE ET PHENOMENES DE
 TRANSFERTS
 ENSAM = ECOLE SUPERIEURE NATIONALE D'ARTS ET METIERS
 BORDEAUX

24 - PLESSARD F. - 1974 - "Analyse et résultats de l'installation d'un système d'exhaure à traction bovine et à deux postes sur le puits de Fleur Lamane" - 13 pages.
IRAT - CNRA Bambeey.

25 - PLESSARD F. - 1974 - "Analyse et résultats de l'installation d'un système d'exhaure à traction bovine en milieu rural (type guérault)" - 9 pages.
IRAT - CNRA Bambeey.

26 - PLESSARD F. - 1974 - "Etude d'un système d'exhaure à traction bovine" MAT n° 47, pages 45 à 52.

27 - SEMA - 1978 - "Energies nouvelles et développement" 63 pages.
Collection Technologie et Développement n° 2 - République Française.
Ministère de la Coopération.

28 - SEMA - 1980 - "Evaluation des énergies renouvelables pour les pays en développement" - 437 pages.
Collection Technologies et Développement N°1.
République Française - Ministère de la Coopération - Commissariat à l'énergie solaire.

29 - Société Nationale des Forages - 1977. "Exploitations des eaux souterraines dans les pays du sahel : Techniques de forage d'eau".

30 - THEMELIN, J.P. HEBERT, D. GRIFFON - 1982 - "Essais au GERDAT d'un séchoir solaire pour fruits et légumes" MAT N° 80, pages 32 à 40.

31 - TRAN MINH DUC - 1979 - " Pompe solaire : premiers résultats de contrôle de débit de pompage.
ISRA - CNRA BAMBEY

32 - TRAN MINH DUC - 1982 - "Bilan de trois années de fonctionnement de la pompe solaire du CNRA BAMBEY".
ISRA - CNRA BAMBEY

33 - VARAGNAT F. - 1984 - "Séchage solaire des produits maraîchers KOUMBIDIA - SENEGAL".
GRET - Rapport mission 6 au 27 février 1984

34 - WOILLET J.C. - 1978 - "Sahel et Technologies alternatives" -
Collection Technologies et Développement N° 3 - 139 p
République Française - Ministère de la Coopération.

ANNEXE

"DESSINS ET PHOTOS DES PRINCIPAUX MATERIELS ET EQUIPEMENTS"

- FIG. 1 à 9 - Pompage et transport de l'eau
- FIG. 10 - Les cuisinières à bois "BAN AK SUUF"
- FIG. 11 à 12 - CRIB à maïs et perroquet pour mil
- FIG. 13 à 17 - Matériels de Technologies Post-Récolte de l'arachide utilisables en milieu rural
- FIG. 18 à 26 - Matériels utilisables pour les transformations des céréales
- FIG. 27 - Décortiqueur à noix de palme
- FIG. 28 - Chauffe-eau solaire

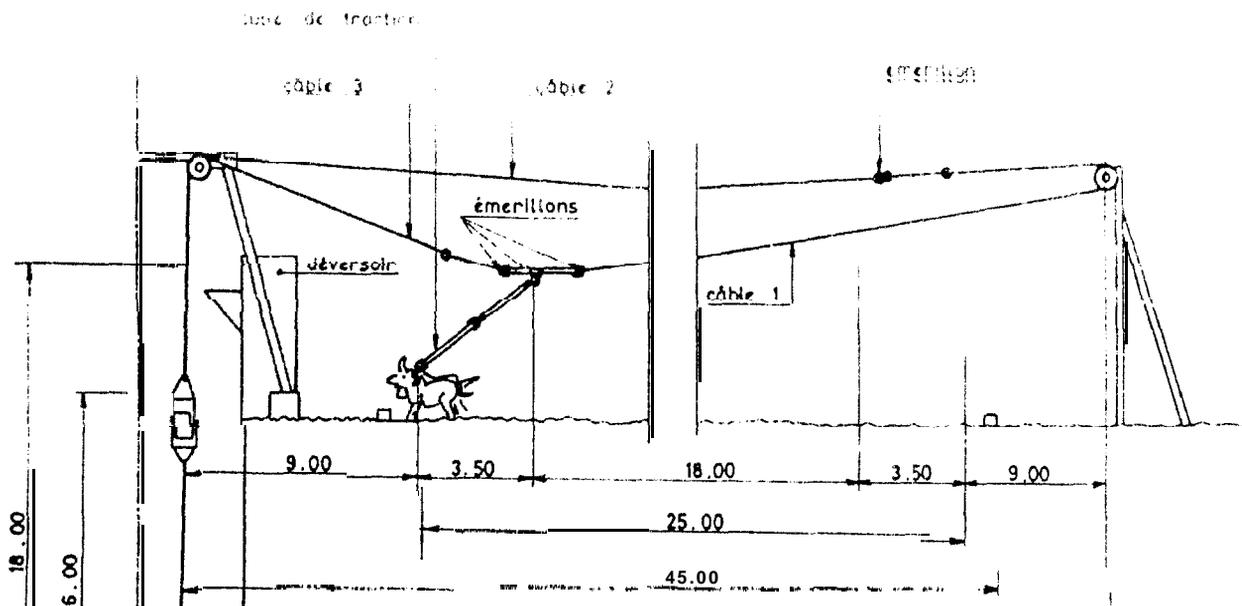
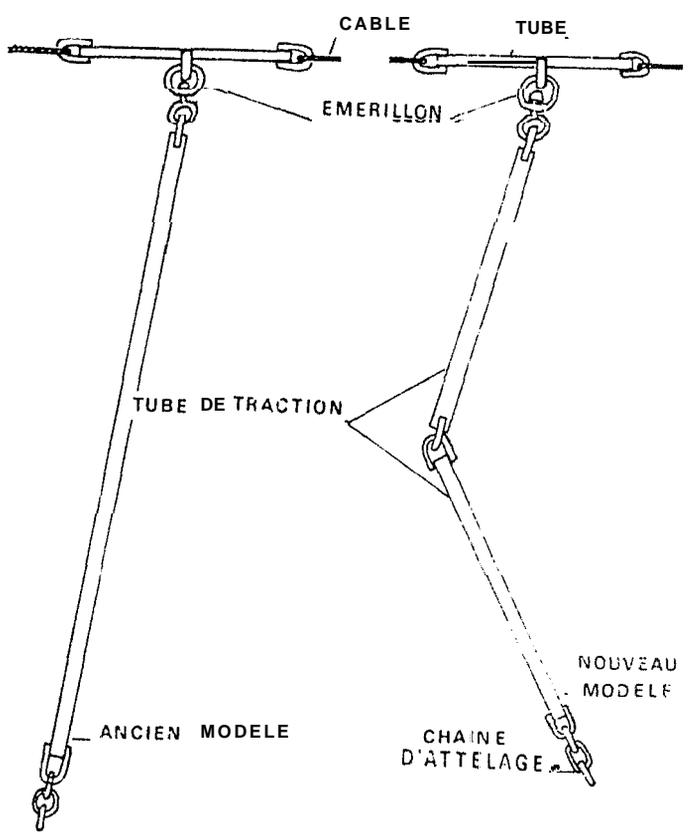


Schéma du manège à bœufs.
(installation à un poste)

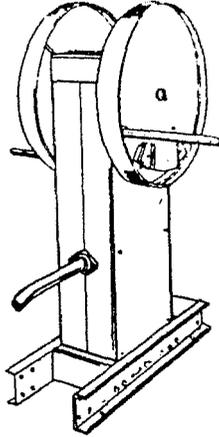


Système d'exhaure — modification du tube de traction — 1972.

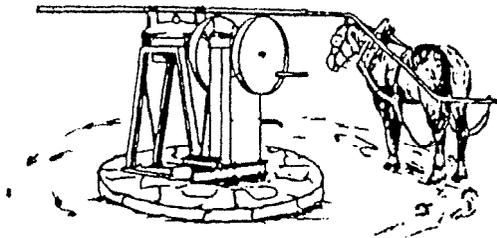
FIG1 : EXHAURE A TRACTION BOVINE
(PLESSAR D 1974)

POMPE AFRICA

POMPAGE MANUEL



POMPAGE PAR TRACTION ANIMALE



La pompe Africa est une pompe à commande par volant, extrêmement robuste. Son utilisation depuis plusieurs dizaines d'années dans certains pays d'Afrique, a prouvé sa très grande fiabilité. Elle permet d'obtenir des débits importants sous de grandes profondeurs.

Ses caractéristiques sont :

- /// Puisage jusqu'à 100 m de profondeur.
- /// Refoulement jusqu'à 70 m au-dessus du sol.
- /// Débit instantané de 300 à 5.000 l/h.
- /// Construction mécanique très soignée et particulièrement robuste, capotée sous une gaine en forte tôle d'acier.
- /// Installation simple et rapide à partir du sol, sur un puits ou un forage même très étroit.
- /// Eléments standards rigoureusement interchangeables.
- /// Volants équilibrés en acier pouvant être entraînés indifféremment dans les deux sens.
- *Rendement élevé obtenu par Equilibrage statique et dynamique de l'ensemble
- *Entretien pratiquement nul, avec réserve importante d'huile de graissage et: paliers autolubrifiants.
- /// Organes prévus pour résister à l'abrasion du sable contenu dans l'eau pompée.

Le mécanisme comporte une commande directe et une commande démultipliée dont la combinaison, avec les 3 courses de la bielle, offre 6 possibilités de réglage par corps de pompe. Cette disposition permet l'adaptation facile de la pompe aux différentes profondeurs.

- courses de la bielle : 100, 140, 160 mm,
- rapport de démultiplication : 1/3, 2,
- progression des cylindrées : 1 • 1.4 • 1.8
3,2 • 4.5 • 5,7

L'adaptation de deux corps de pompe de diamètre 60 ou 120 assure une gamme très étendue des possibilités de la pompe.

Le pompage à bras est possible jusqu'à 50 m de profondeur en exerçant un effort maximum de 15 kg sur la manivelle tournant à 45 tr/mn.

Plusieurs possibilités sont offertes :

- MARCHE A 1 MANIVELLE
 - 1 manivelle sur commande directe
 - 1 manivelle sur commande démultipliée

Caractéristiques de pompage (voir diagramme)

- MARCHE A 2 MANIVELLES

possibilité jusqu'à 60 m avec deux utilisateurs : elle permet d'obtenir un débit plus important

Caractéristiques de pompage (voir diagramme)

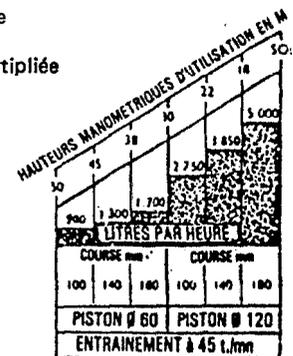
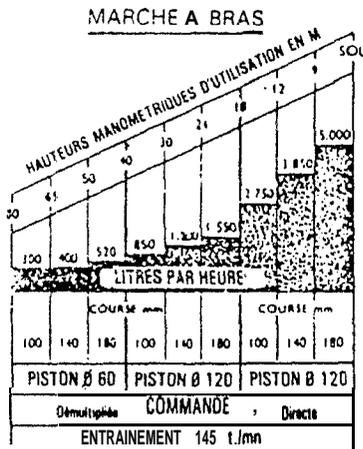


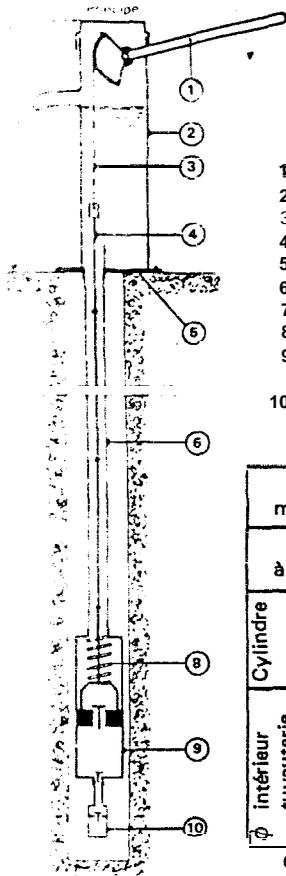
FIG 2 : POMPE A TRINGLE ET PISTON

COMMANDE MANUELLE OU A TRACTION ANIMALE

POMPES NEPTA T

Pompe particulièrement robuste et douce à manœuvrer, conçue pour l'équipement des régions arides.

- /// Pompage jusqu'à 100 m
- /// Débits importants
- /// Montage sur forage à partir de 4"
- /// Auto-amorçage sans remplissage préalable
- /// Commande par tringlage inox avec tuyauterie de refoulement rigide
- /// Mécanisme supérieur sur paliers spéciaux et carter de protection
- /// Protection contre l'introduction de corps étrangers
- /// Faible encombrement et installation facile
- /// Possibilité de motorisation



- 1 - Double levier de commande à longueur réglable
- 2 - Tête de pompe en forte tôle plastifiée (rilson)
- 3 - Câble polvester
- 4 - Tringlage de commande en acier inoxydable à mouvement rectiligne
- 5 - Embase étanche
- 6 - Tuyauterie de refoulement
- 7 - Masselotte d'appui relevable
- 8 - Ressort inox de tension
- 9 - Cylindre à piston segmenté, avec garniture standard pour tous les diamètres de piston
- 10 - Double clapet-crépine.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Profondeur maxi en mètres	10	15	25	45	65	100
Débit l/h à 40 coups/mn	4.500	3.000	2.000	1.200	800	450
Cylindre	φ nominal mm	120	100	80	60	40
	φ extérieur mm	135	115	95	78	78
Intérieur tuyauterie	NEPTA T	50	50	40	33	33
	NEPTA TD	nous consulter		95	66	66
	φ ext. du manchon			109	82	82
					50	65

Caractéristiques correspondant à un effort de 15 kg sur le balancier; pour une manœuvres plus aisée, choisir le cylindre de diamètre immédiatement inférieur à celui indiqué sur le tableau pour la profondeur considérée.

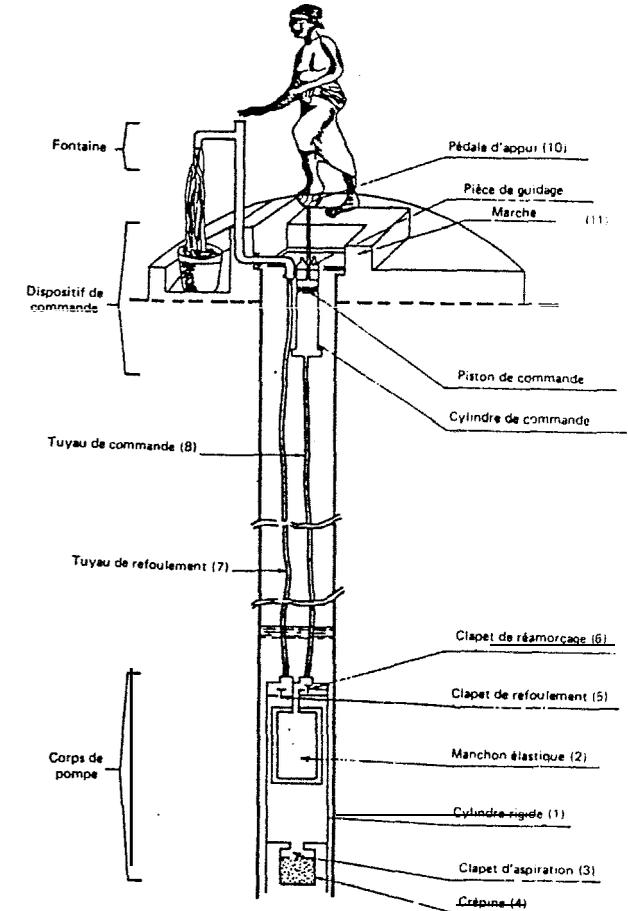
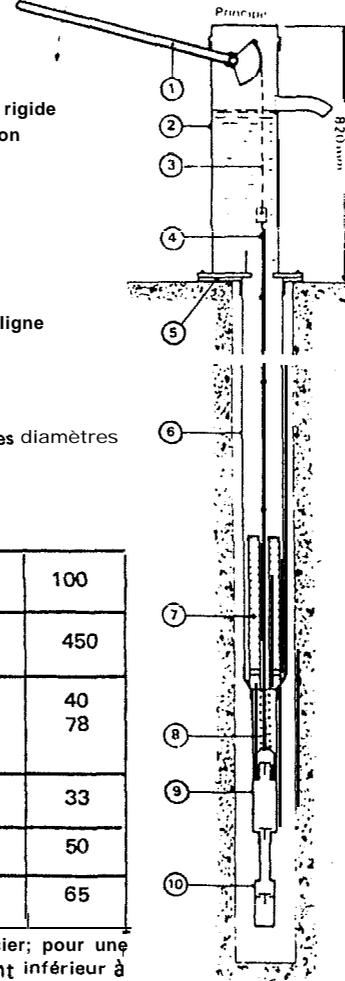


FIG 3 , POMPE MANUELLE (TRINGLE ET PISTON)

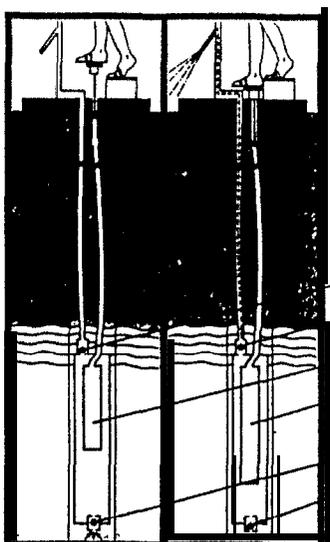
FIG 4 : POMPE A PIED
COMMANDE HYDRAULIQUE

Commande au niveau du sol, facilement accessible pour l'entretien

Circuit hydraulique de commande entièrement séparé du refoulement

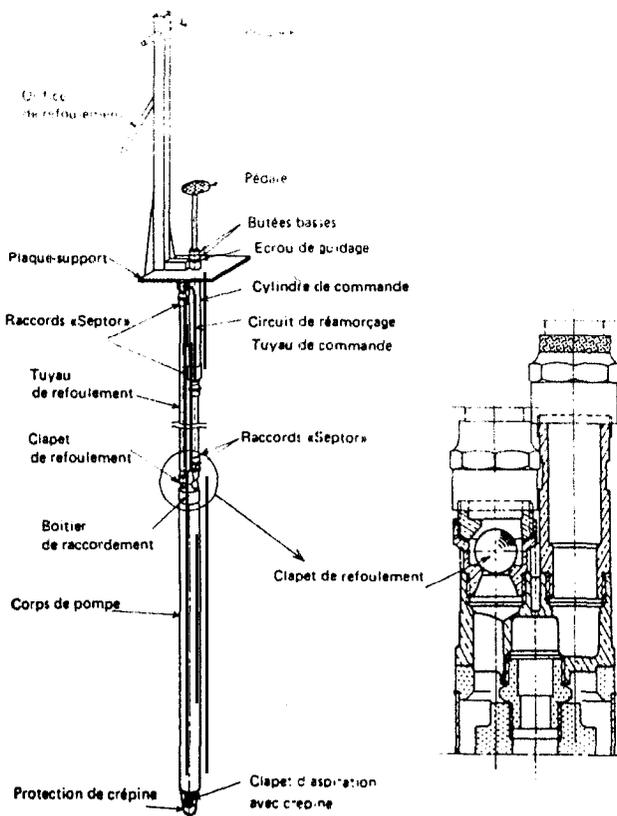
Niveau statique même au-delà de 70 m de profondeur

Corps de pompe immergé en acier inoxydable (aucun entretien nécessaire)



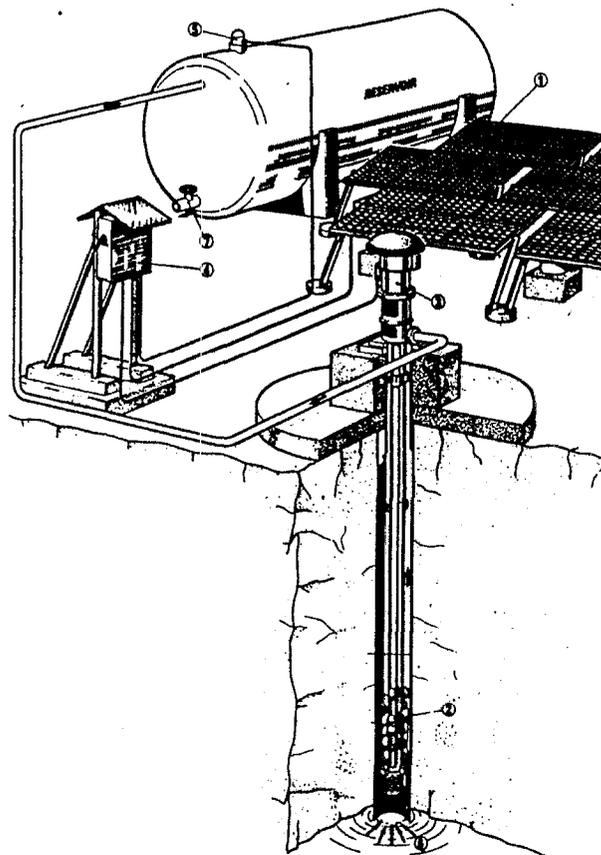
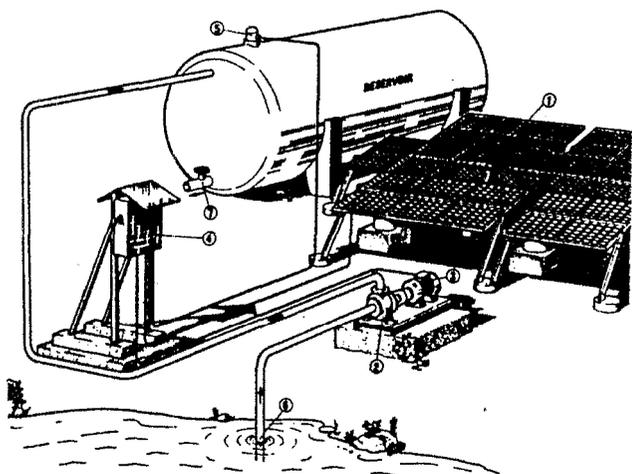
Clapet de refoulement fermé
Clapet de refoulement ouvert
Le manchon se rétracte
Le manchon s'allonge
Clapet d'aspiration ouvert
Clapet d'aspiration fermé

Aspiration: la pédale remonte le manchon se rétracte. On exerce une pression hydraulique en circuit fermé sur le manchon élastique qui se dilate et refoule l'eau vers la surface.
Refoulement: la pédale descend. On exerce une pression hydraulique en circuit fermé sur le manchon élastique qui se dilate et refoule l'eau vers la surface.



Orifice de refoulement
Pédale
Butées basées
Ecrin de guidage
Cylindre de commande
Circuit de réamorçage
Tuyau de commande
Plaque-support
Raccords «Septors»
Tuyau de refoulement
Clapet de refoulement
Raccords «Septors»
Boîtier de raccordement
Corps de pompe
Clapet de refoulement
Clapet d'aspiration avec crépine
Protection de crépine

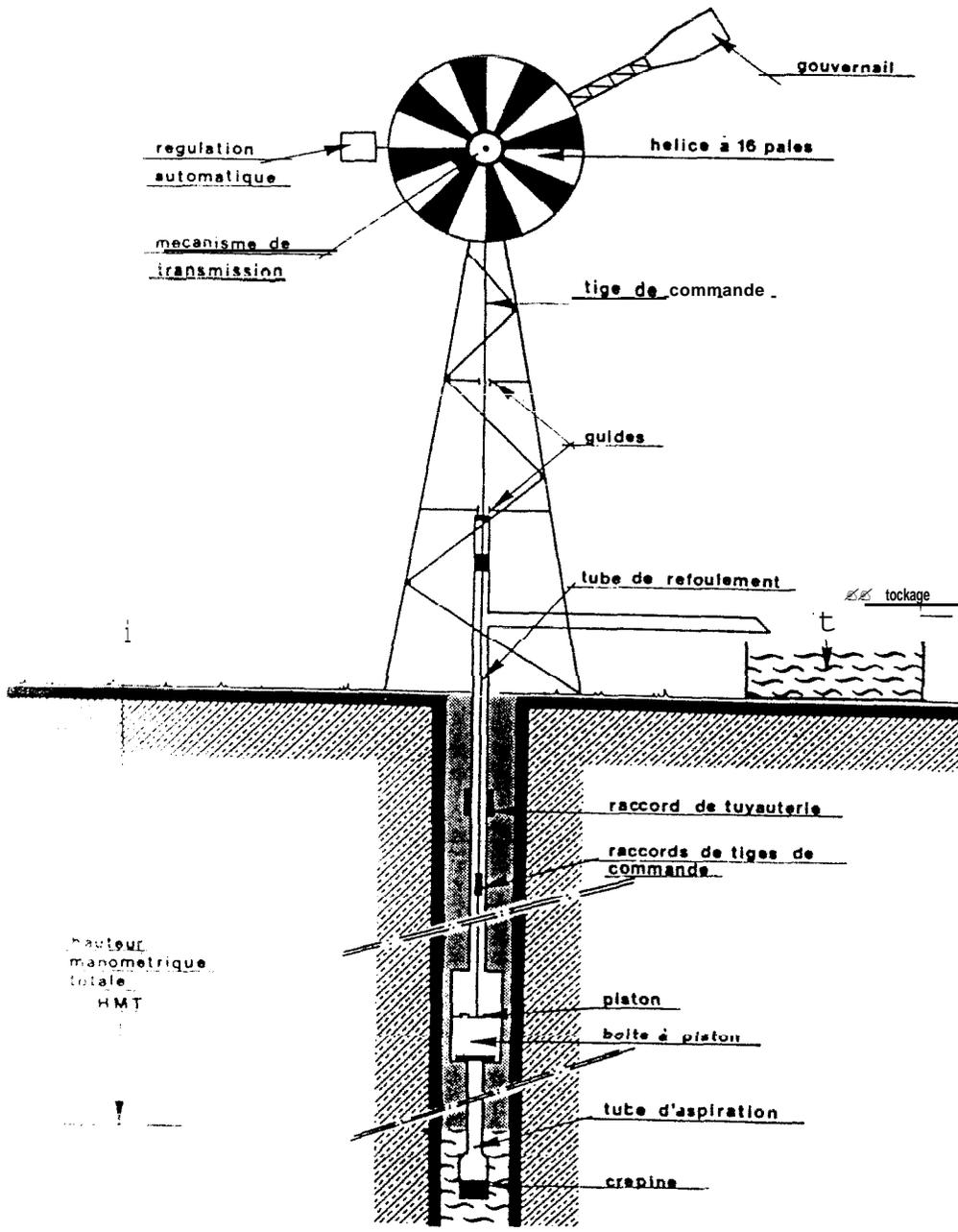
FIG 5 : DETAIL POMPE VERGNET



- 1 - Photopiles, Solar Cells
- 2 - Pompe, Pump
- 3 - Moteur, Motor
- 4 - Armoire de commande, Control Box
- 5 - Contacteur à niveau, Level contactor
- 6 - Aspiration, Suction
- 7 - Distribution d'eau, Water Supply

Ensemble de pompage ALTAX - Pompe de Surface.

FIG 6: POMPE SOLAIRE PHOTOVOLTAIQUE



Temsoi Aquitaine.

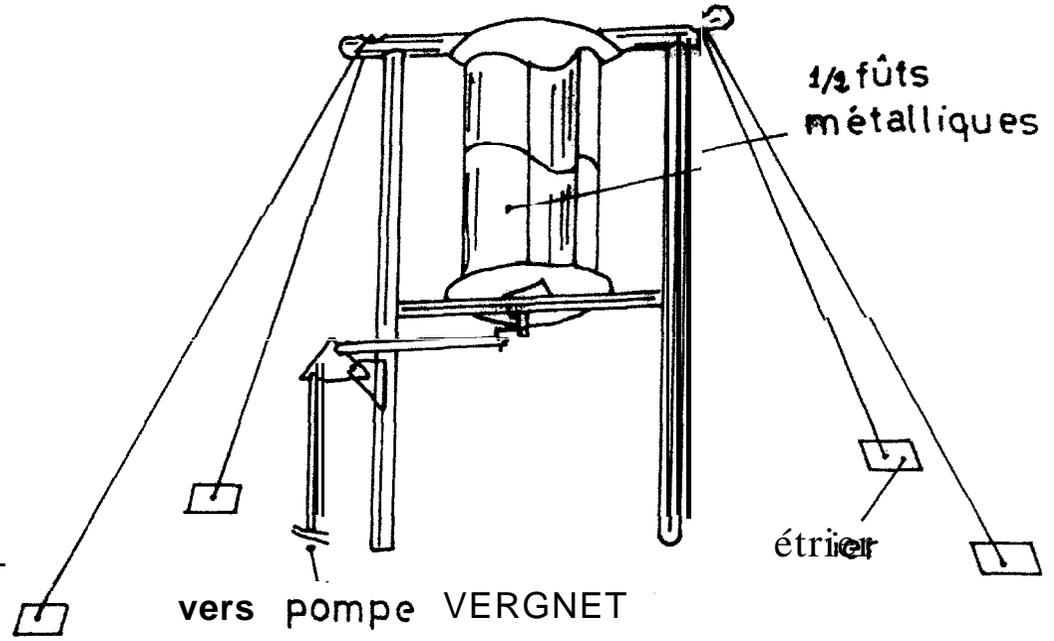
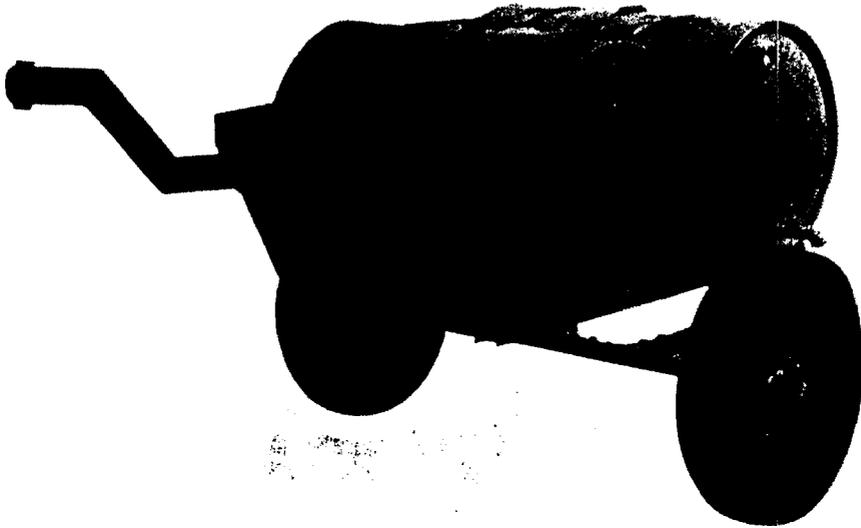


FIG 7: EOLIENNE SAVONIUS

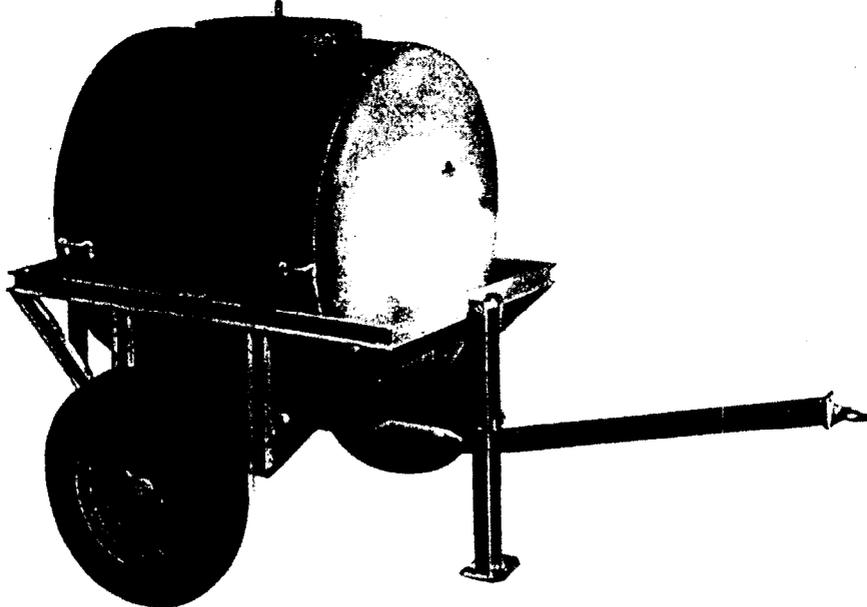
FIG 8 : EOLIENNE MULTIPALE



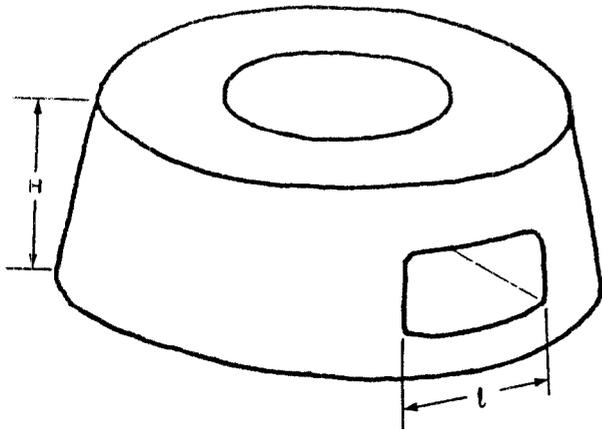
ASINE 4 0 0 L.

FIG 9 : CITERNES A EAU

BOVINE 800 L.



Modèle C1



sans cheminée

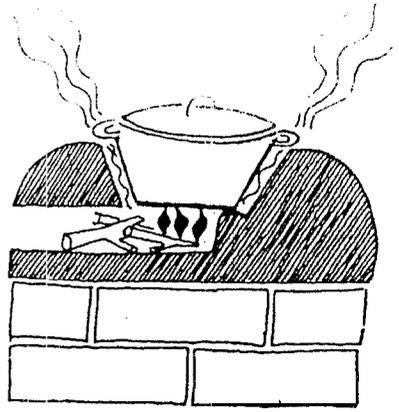
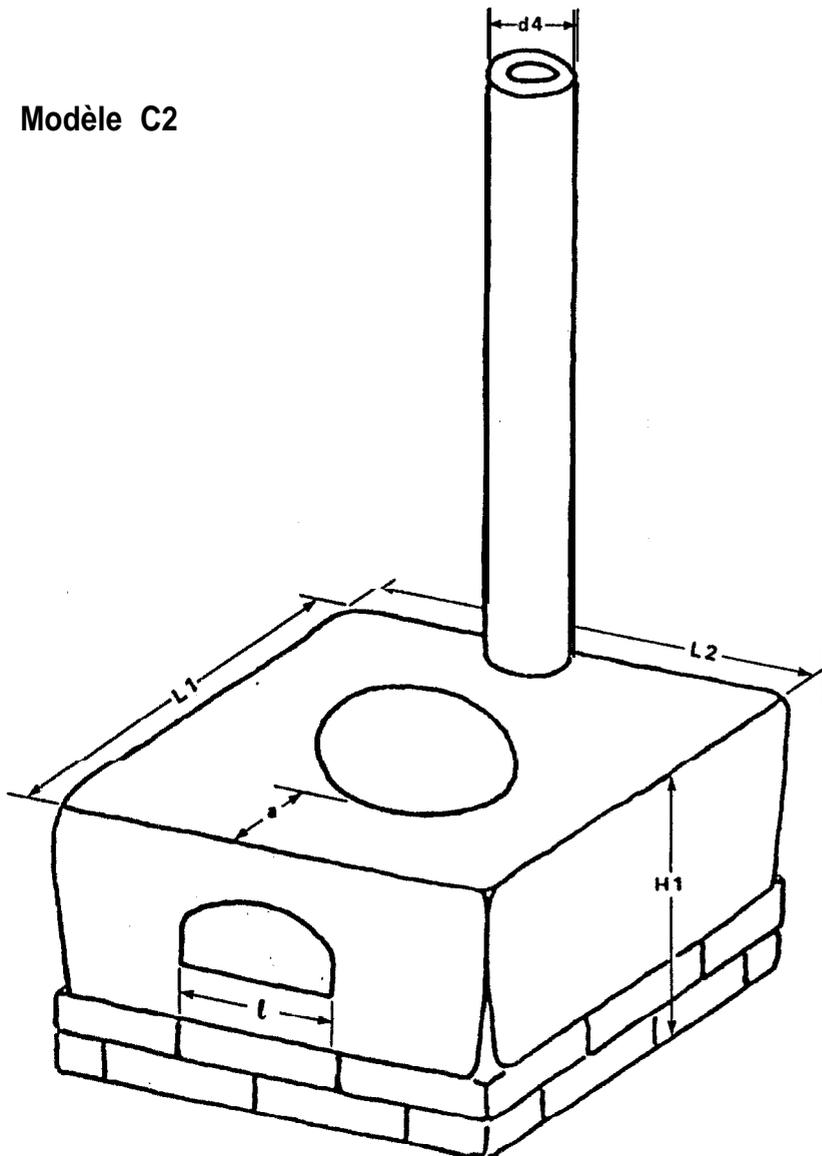
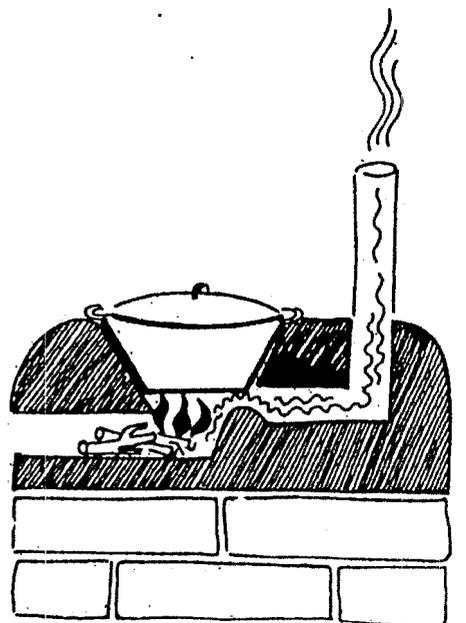


FIG 10: CUISINIÈRES A BOIS
"BAN AK SUUF"

Modèle C2



avec cheminée



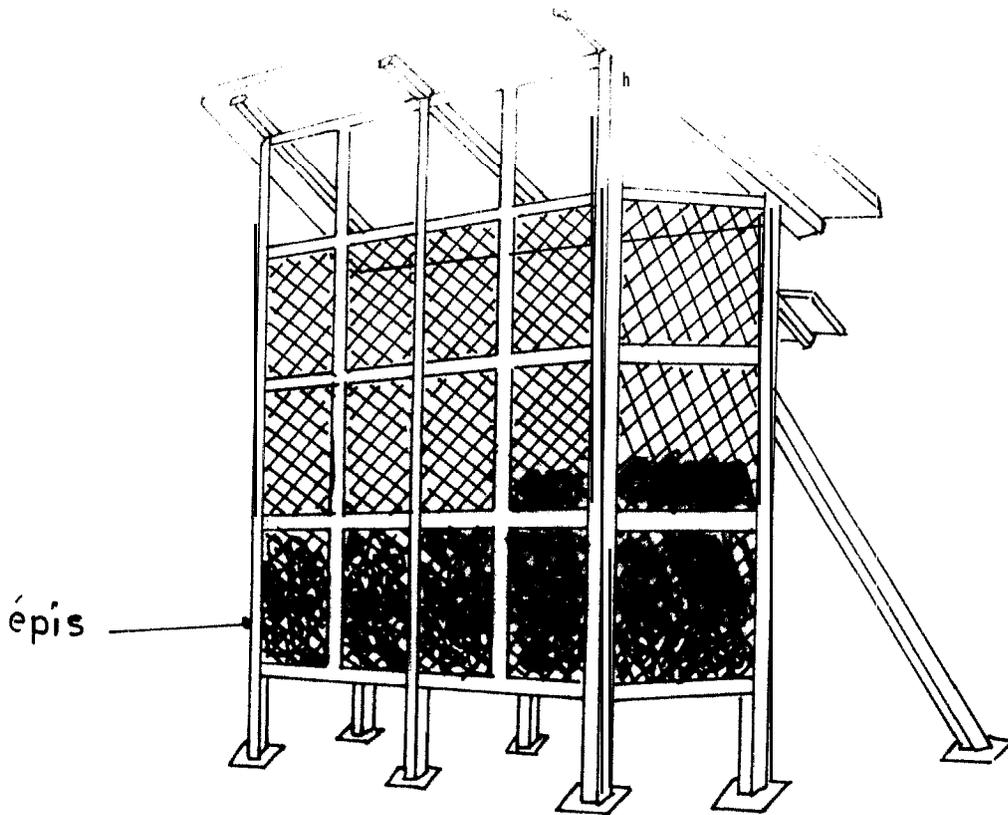
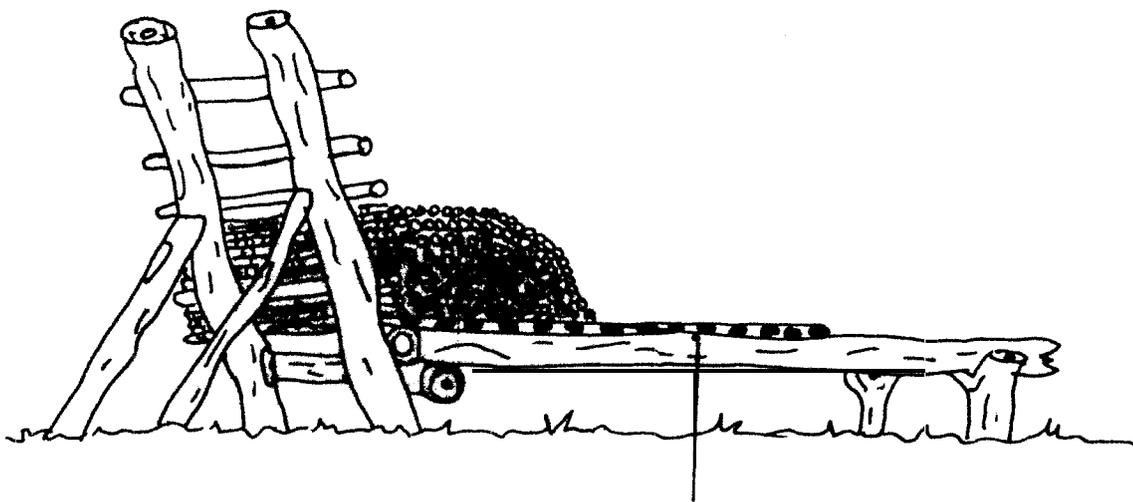
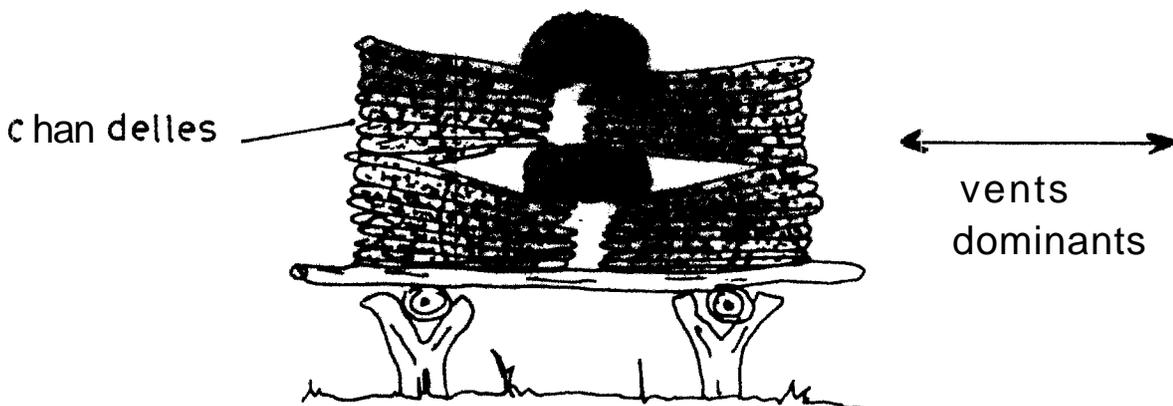


FIG 11 : CRIB A MAÏS



branches et tiges de mil



chan delles

vents dominants

F1 12 : PERROQUET



FIG 13: EGOUSSEUSE D'ARACHIDE
DE BOUCHE

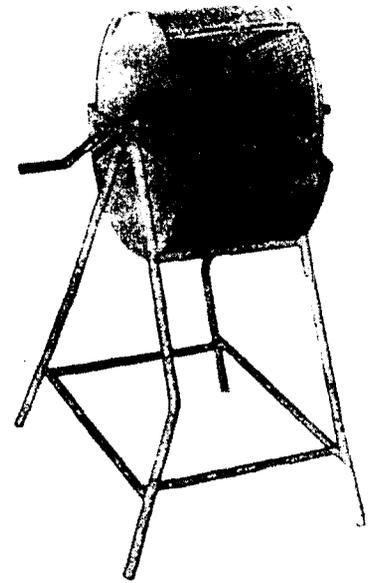
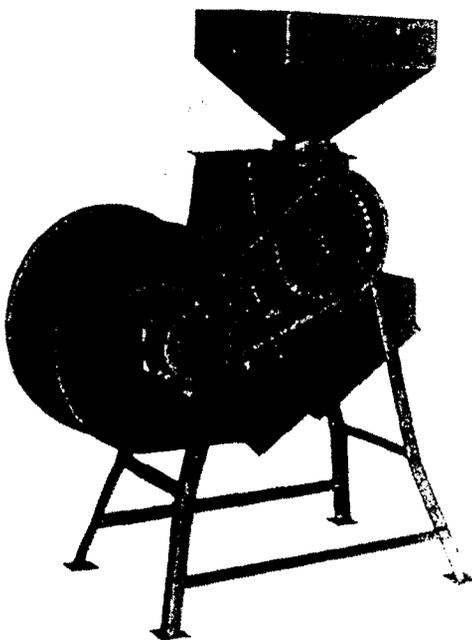
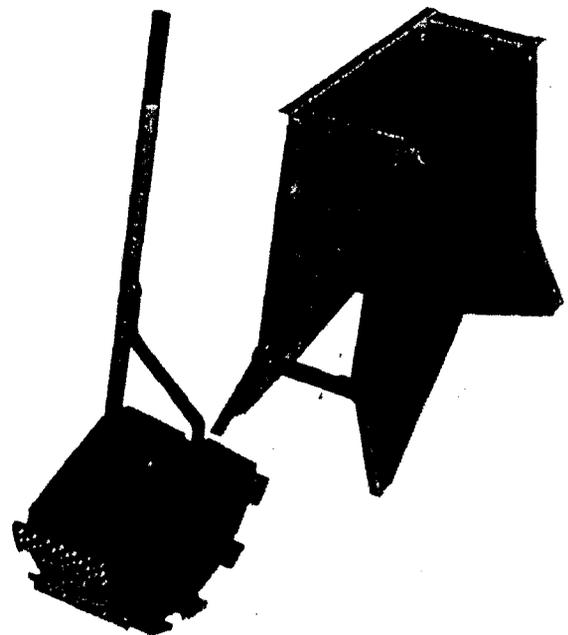


FIG 14 : LAVEUSE
D'ARACHIDE



ROTATIVE



ALTERNATIVE

FIG 15 : DECORTIQUEUSES A ARACHIDE

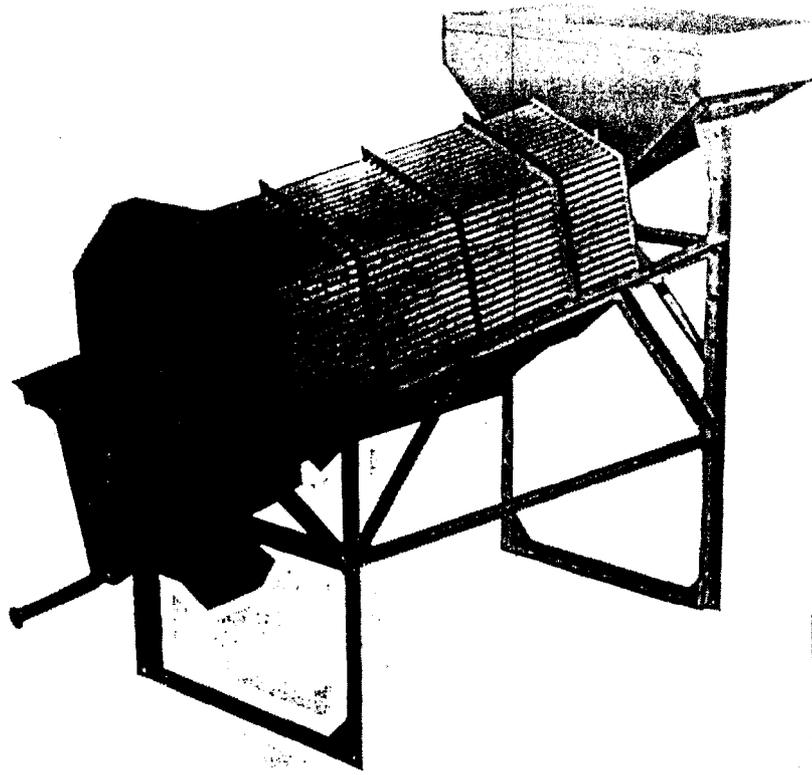
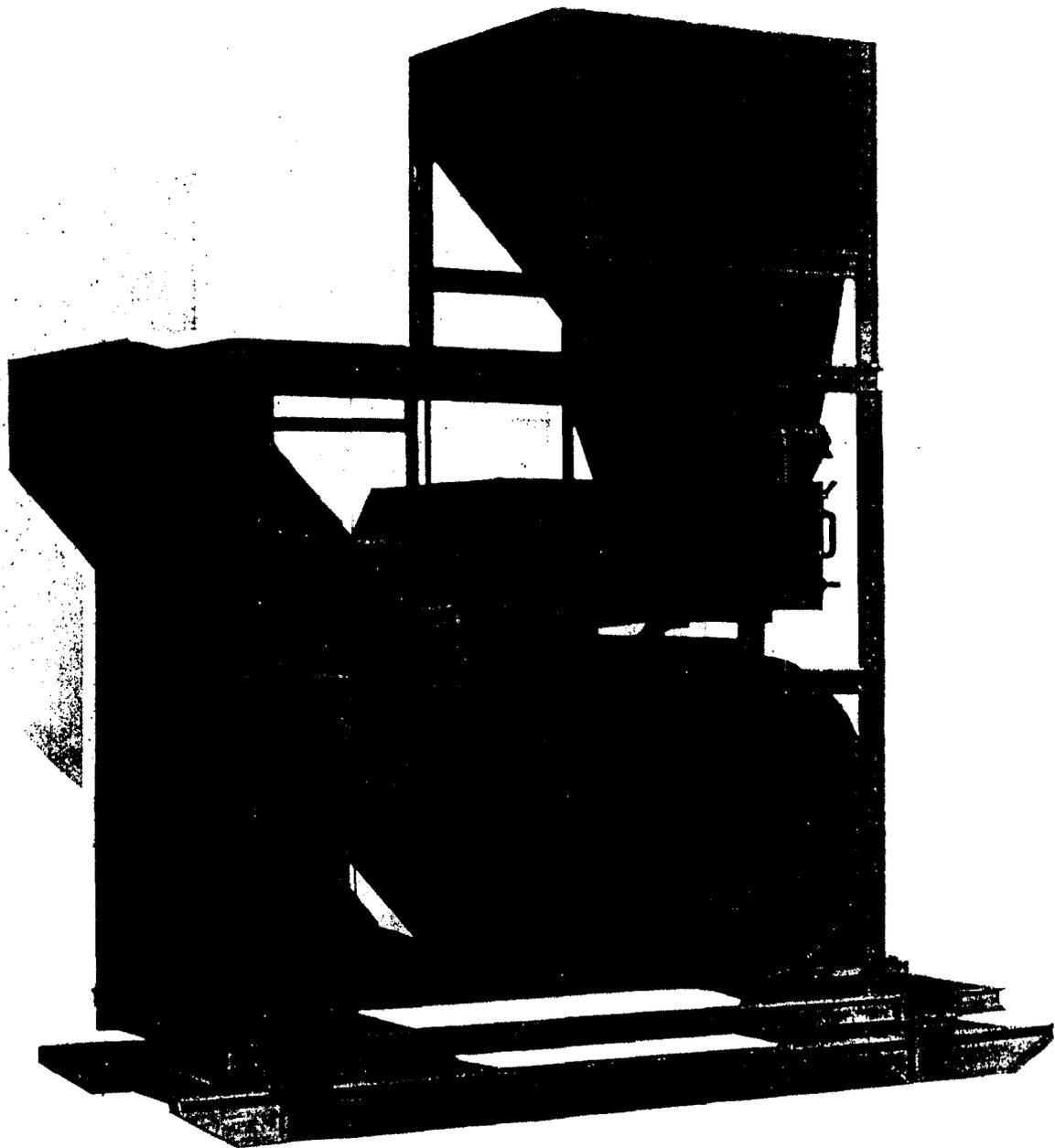


FIG. 16 : CRIBLE DU
SENEGAL

FIG 17 : TARARE
"DAROU"



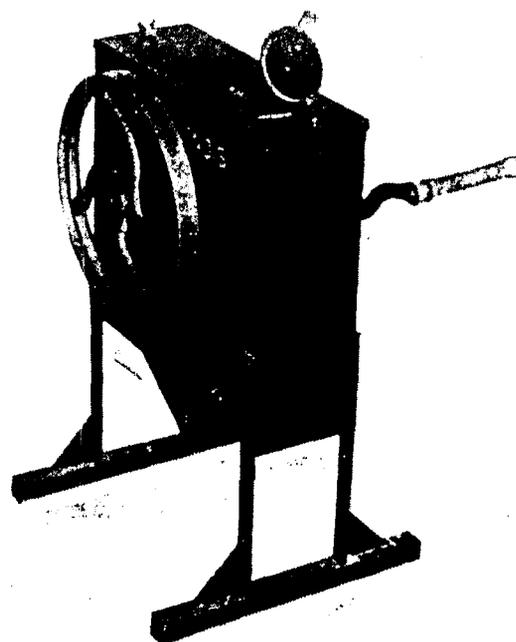
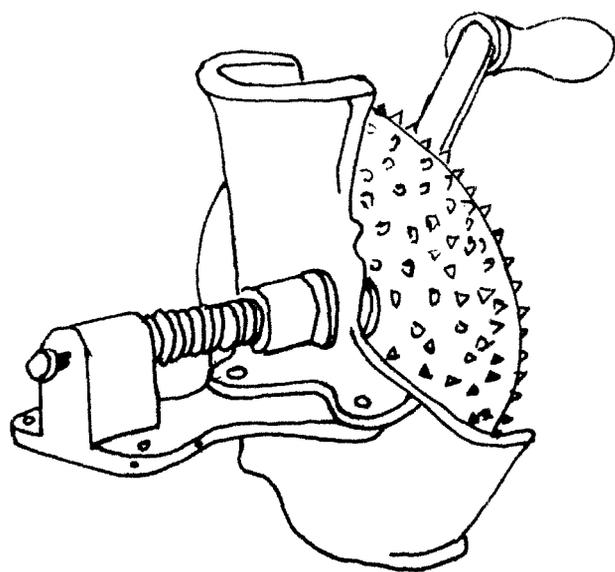


FIG 18 : EGRENOIRS A MAIS MANUELS

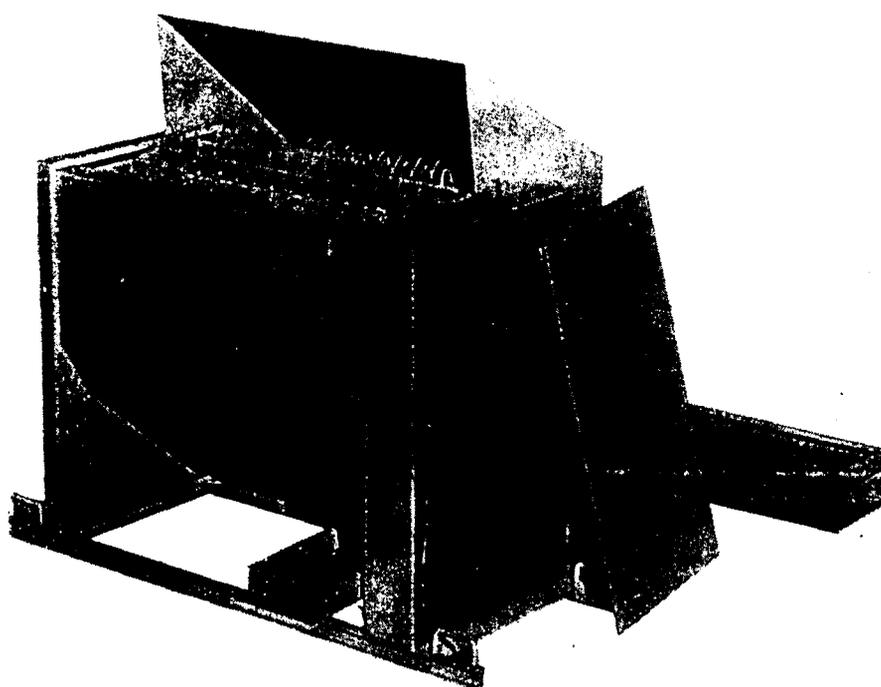


FIG 19 : BATTEUSE A RIZ A PÉDALE (SISCOMA)

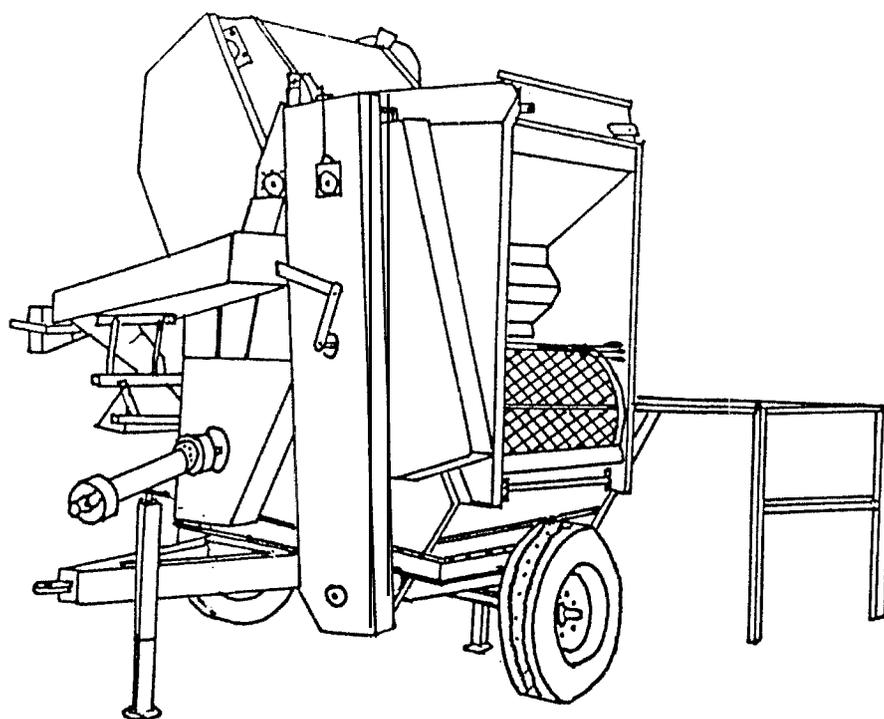


FIG 20 : BATTEUSE A MIL ET SORGHO

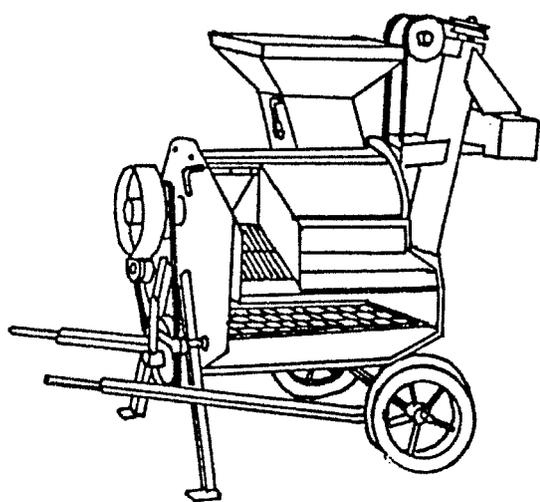


FIG 21: BATTEUSE BOURGOIN
(MIL - MAÏS - SORGHO)

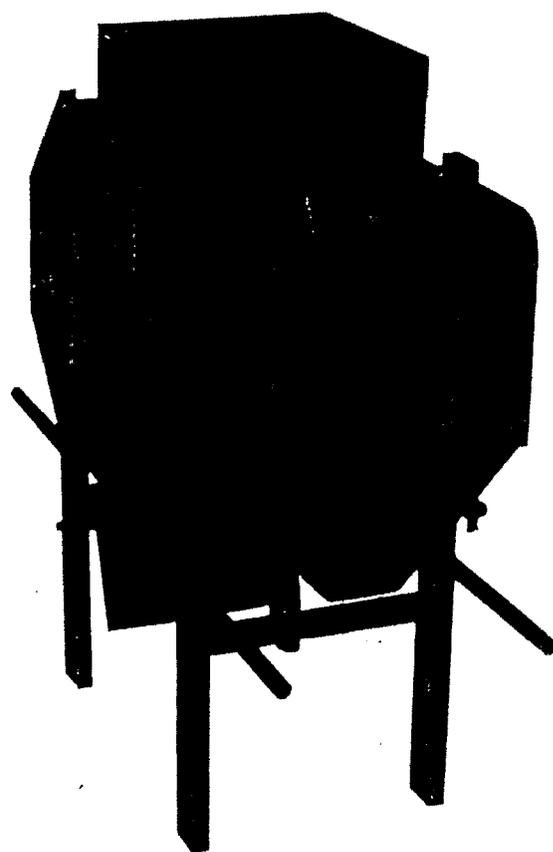


FIG 22 : TARARE MANUEL

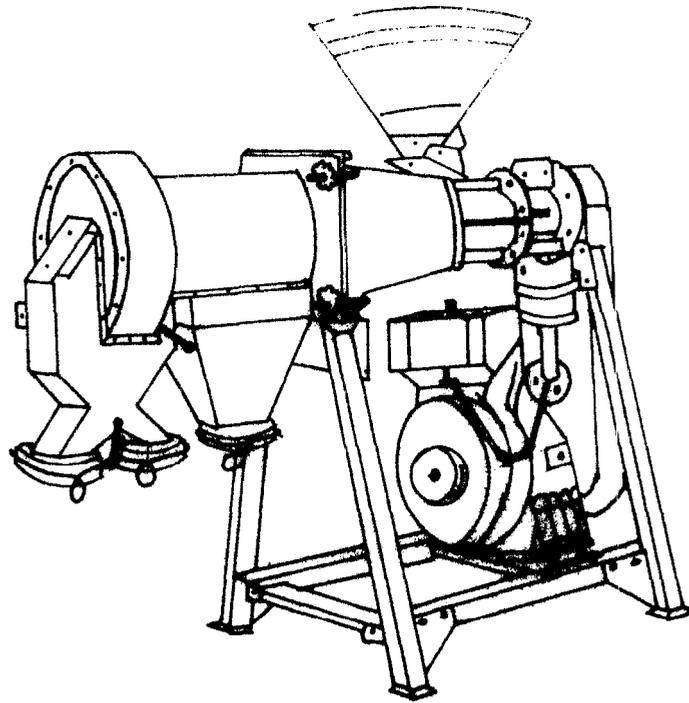
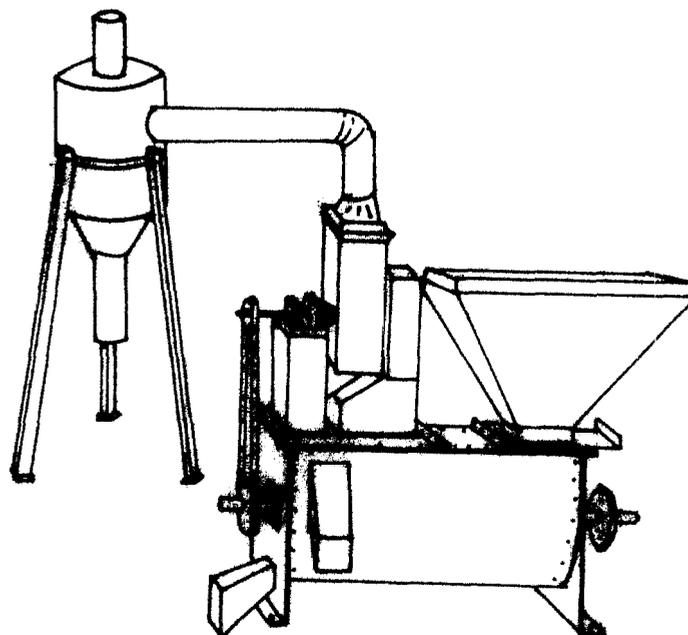
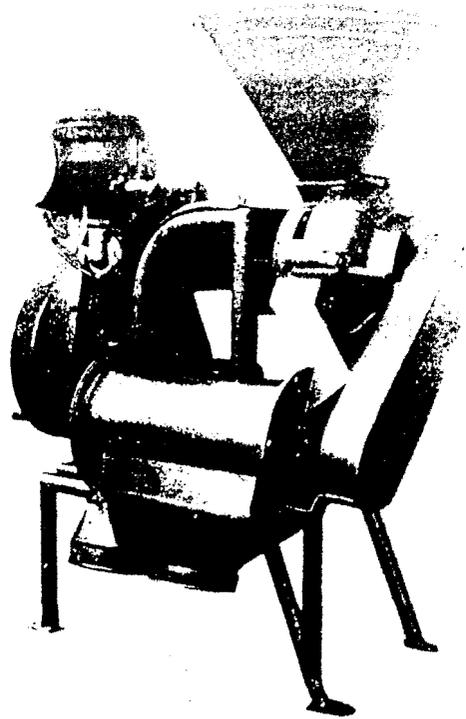


fig 23 : décortiqueur nettoyeur FAO
avec moteur thermique

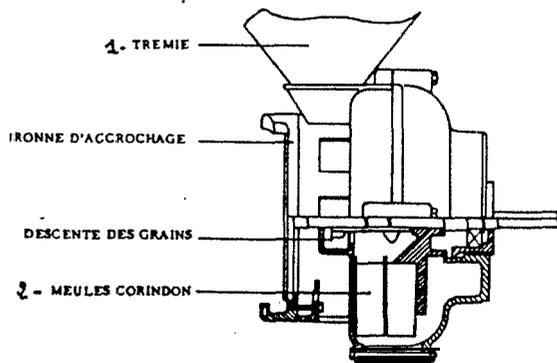


f ig 24 : décortiqueur nettoyeur HILL

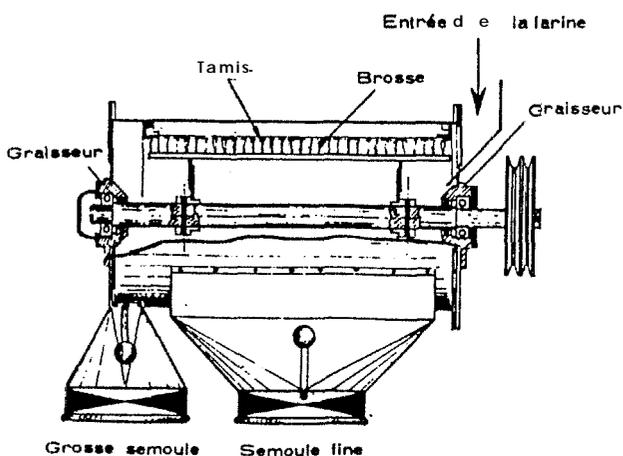


groupe moulin-bluterie avec moteur thermique

fig 25 : MOULIN A MEULES AVEC BLUTERIE

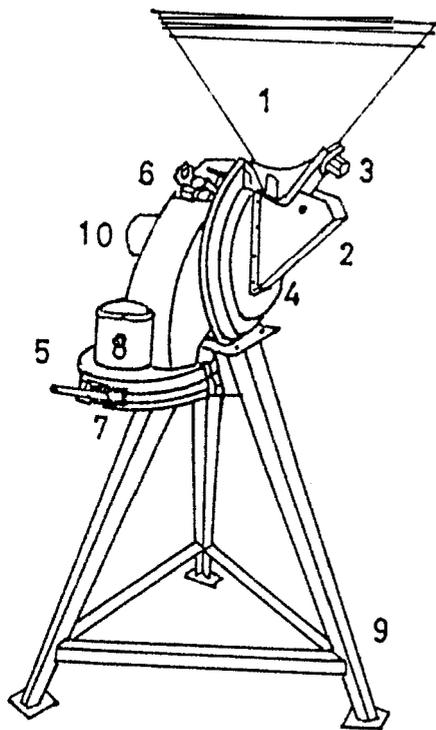


détail principe moulin à meules verticales



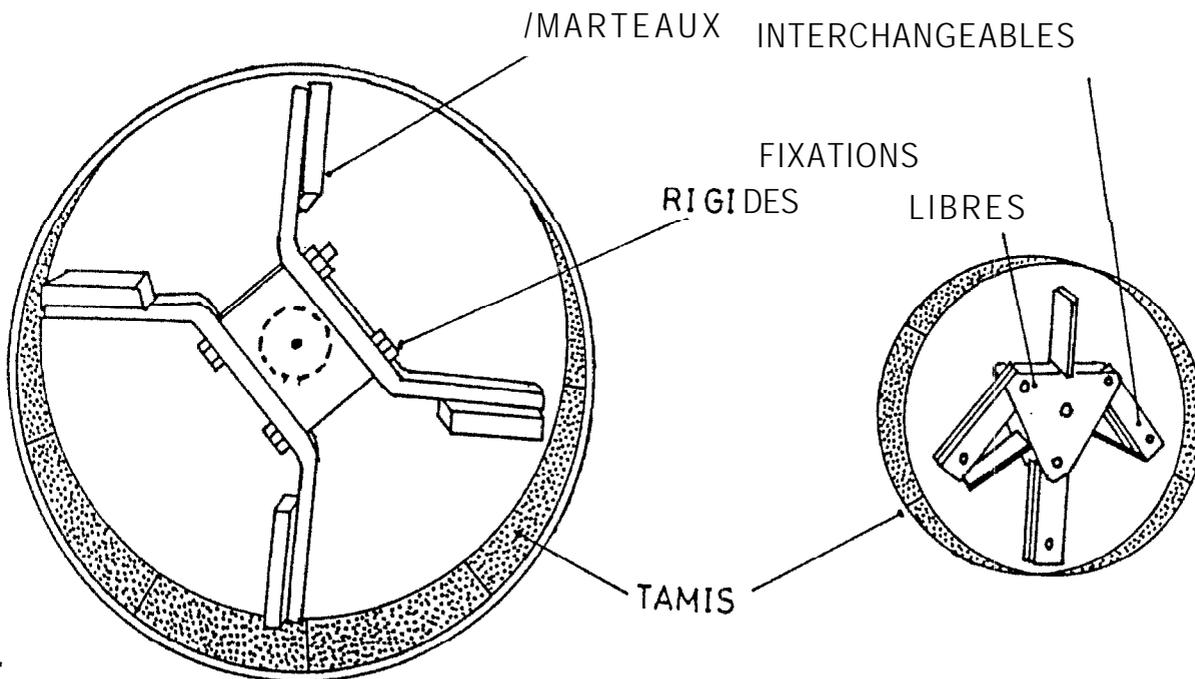
detail principe bluterie à tamis

fig_26 MOULIN "BROYEUR" A MARTEAUX



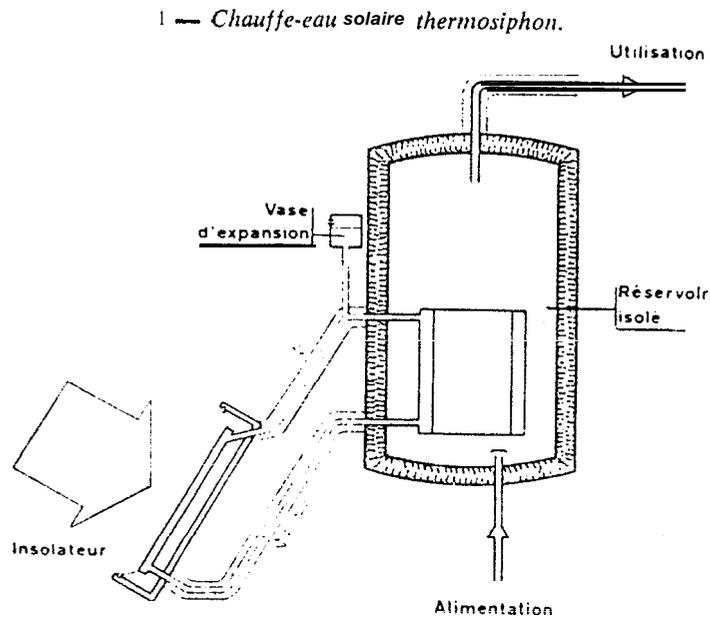
- 1 TREMIE
- 2 ALIMENTATION EPIS DE MAÏS
- 3 VOLANT DE REGLAGE DU DEBIT
- 4 CARTER CHAMBRE DE MOUTURE
- 5 GOULOTTE D'ENSACHAGE
- 6 VIS DE FIXATION GOULOTTE
- 7 COURROIE ATTACHE SAC
- 8 FIXATION SAC DE DECOMPRESSION
- 9 PIEDS
- 10 ARBRE D'ENTRAINEMENT :
FIXATION POULIE

description vue d'ensemble



détail marteaux fixes (4)
(modèle SISMAR)

détail marteaux mobiles
(3 x 3)



2 — *Production solaire d'eau chaude sanitaire (circulation forcée).*

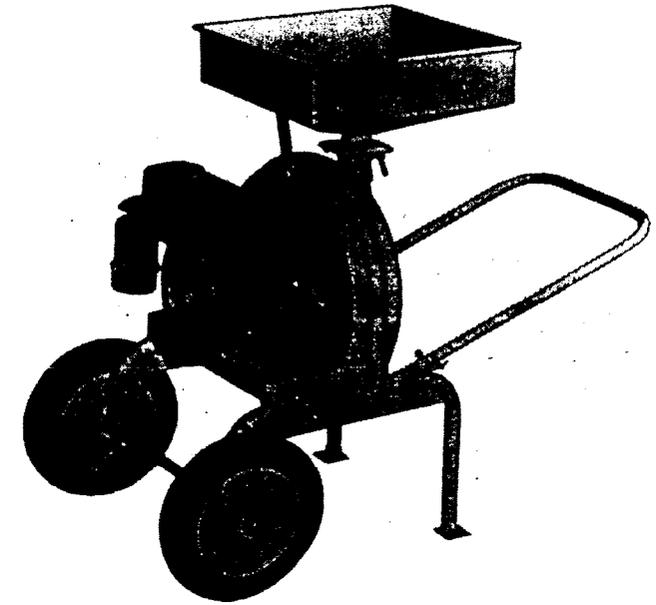
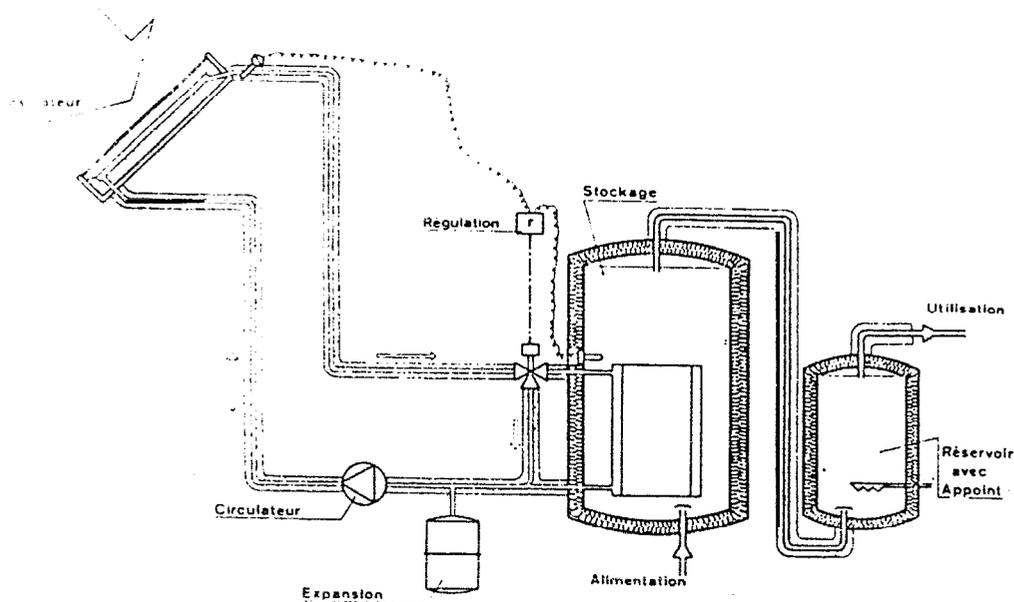


FIG 27: CONCASSEUR A NOIX DE PALME

FIG 28: PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT CHAUFFE-EAU SOLAIRE THERMOSIPHON